



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 33 695 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 16 H 3/08**  
F 16 H 63/50  
B 60 K 6/02

②① Aktenzeichen: 101 33 695.0  
②② Anmeldetag: 11. 7. 2001  
④③ Offenlegungstag: 7. 3. 2002

**DE 101 33 695 A 1**

⑥⑥ Innere Priorität:

100 35 335. 5	18. 07. 2000
100 38 455. 2	07. 08. 2000
101 15 055. 5	27. 03. 2001
101 08 990. 2	23. 02. 2001
101 15 056. 3	27. 03. 2001
101 19 879. 5	24. 04. 2001

⑦① Anmelder:

LuK Lamellen und Kupplungsbau Beteiligungs KG,  
77815 Bühl, DE

⑦② Erfinder:

Pels, Thomas, 77855 Achern, DE; Berger, Reinhard,  
Dr., 77815 Bühl, DE; Reitz, Dierk, 76530  
Baden-Baden, DE; Reik, Wolfgang, Dr., 77815 Bühl,  
DE; Fischer, Robert, Dr., 77815 Bühl, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Getriebe

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Doppelkupplungsgetriebe in  
Verbindung mit einer Elektromaschine sowie ein Verfah-  
ren zum Betrieb dieses Getriebes.

**DE 101 33 695 A 1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Getriebe insbesondere für ein Kraftfahrzeug mit einer Mehrzahl von Wellen wie einer ersten und einer zweiten Getriebeeingangswelle und einer Getriebeausgangswelle sowie einer Vielzahl von Zahnradpaaren zwischen der Getriebeausgangswelle und den Getriebeeingangswellen, bestehend aus je einem um eine der Wellen angeordneten, mit dieser drehfest verbindbaren Losrad und einem mit diesem kämmenden, auf einer hierzu korrespondierenden Welle drehfest angeordneten Festräd, zur Bildung von Gängen mit verschiedenen Übersetzungsstufen zwischen der Getriebeausgangswelle und jeweils einer der Getriebeeingangswellen.

[0002] Derartige Getriebe sind insbesondere in Verbindung mit Brennkraftmaschinen und der Trennung der Getriebeeingangswellen jeweils durch eine Kupplung von der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine an sich bekannt und bilden den Stand der Technik für die Aufgabe, diese Getriebe weiterzubilden und zu automatisieren. Ein Aspekt der Aufgabe ist dabei, diese Getriebe in automatischer Ausführung kostengünstig herzustellen, ein anderer Aspekt der Aufgabe liegt in der ökonomischen Betriebsweise eines Antriebsstranges mit einem derartigen Getriebe. Weiterhin ist ein Teilgebiet der Aufgabe ein Verfahren zur ökologischen und komfortablen Betriebsweise eines Fahrzeugs mit einem Getriebe nach den offenbarten Anmeldeunterlagen.

[0003] Die Aufgabe wird durch ein Getriebe insbesondere für ein Kraftfahrzeug mit einer Mehrzahl von Wellen wie einer ersten, einer zweiten Getriebeeingangswelle und einer Ausgangswelle, die auch vorteilhafterweise aus zwei Wellen gebildet sein kann, die später beispielsweise mittels eines Differentials oder einer Verzahnung vereinigt werden können, gelöst, das zumindest folgende Merkmale aufweist:

- a) Zwischen der Getriebeausgangswelle und den Getriebeeingangswellen ist eine Vielzahl von Zahnradpaaren bestehend aus je einem um eine der Wellen angeordneten, mit dieser Welle drehfest verbindbaren Losrad und einem mit diesem kämmenden, auf einer hierzu korrespondierenden Welle drehfest angeordneten Festräd, zur Bildung von Gängen mit verschiedenen Übersetzungsstufen zwischen der Getriebeausgangswelle und jeweils einer der Getriebeeingangswellen angeordnet;
- b) zumindest eine Getriebeeingangswelle ist mittels einer Antriebseinheit mit einer Antriebswelle zumindest zeitweise antreibbar;
- c) zumindest eine Getriebeeingangswelle ist mit einer ersten Elektromaschine verbindbar;
- d) die Getriebeausgangswelle ist mit zumindest einem Antriebsrad verbindbar;
- e) zumindest ein Gang ist automatisch mittels eines Aktors schaltbar.

[0004] Dabei können die jeweils aus Zahnradern gebildeten Los- und Festräder auf den Getriebeeingangswellen und/oder auf der Getriebeausgangswelle angeordnet sein, wobei es vorteilhaft sein kann, die Losräder jeweils auf den Getriebeeingangswellen anzuordnen. Weiterhin kann es bei anderen Ausgestaltungsbeispielen sehr vorteilhaft sein, die Losräder auf der Getriebeausgangswelle anzuordnen, insbesondere in Getrieben, bei denen entsprechende Festräder in rationeller Weise auf den Getriebeeingangswellen angeordnet werden können, weil sie bezüglich ihres Durchmessers so klein ausgelegt werden können, dass sie in einfacher Weise fest mit dieser verbunden oder einstückig aus dieser beispielsweise mittels Schmieden, Fräsen, Prägen, mittels

Warmfließverfahren wie beispielsweise Querfließpressverfahren oder ähnliche Verfahren hergestellt werden können. Die Antriebseinheit kann aus einer Brennkraftmaschine, beispielsweise einem Kolbenmotor mit Kurbelwelle, gebildet sein, wobei hierzu entsprechende Mittel zur Dämpfung von Torsionsschwingungen, Axial- und/oder Taumelschwingungen zwischen der Brennkraftmaschine und dem Getriebe vorgesehen sein können. Weiterhin kann die Antriebseinheit durch eine zweite Elektromaschine gebildet sein, wobei die erste sowie die zweite Elektromaschine, die als Elektromotor und/oder Generator nach dem Synchron-, Asynchron- und/oder Reluktanzprinzip auch mehrphasig betrieben sein, jeweils eine Getriebeeingangswelle antreiben und annähernd gleich dimensioniert sein können. Insbesondere in Verbindung mit der Verwendung einer Brennkraftmaschine als Antriebseinheit ist es besonders vorteilhaft, die Antriebswelle dieser mit den Getriebeeingangswellen koppelbar auszubilden, wobei zumindest eine Getriebeeingangswelle, vorzugsweise beide, mit der Antriebswelle koppelbar ist. Ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel sieht hierbei vor, die Kupplungen als Reibungskupplungen, die vorzugsweise als Trockenreibungskupplungen ausgebildet sind, in Form einer Doppelkupplung auszuführen, wobei diese räumlich in der Kupplungsglocke des Getriebes, also axial zwischen der Antriebseinheit und dem Getriebe angeordnet werden kann. Hierbei können die zuvor genannten Dämpfungseinrichtungen in die Doppelkupplung integriert sein, weiterhin kann ein vorgesehenes Schwungrad die Kupplungen aufnehmen, wobei die verschiedenen Kupplungsbauteile beispielsweise in Modulbauweise an dem Schwungrad befestigt sein können und das Schwungrad ein geteiltes Schwungrad mit Zweimassenschwungrad sein kann.

[0005] Nach einem erfinderischen Gedanken kann die Antriebseinheit weiterhin durch eine Brennkraftmaschine mit einer Kurbelwelle gebildet sein, die mittels einer Doppelkupplung jeweils mit einer Getriebeeingangswelle verbunden werden kann. Dazu wird eine Elektromaschine – wie oben als erste Elektromaschine bezeichnet – zusätzlich mit zumindest einer Getriebeeingangswelle abkoppelbar verbunden. Besonders vorteilhaft kann es sein, die Elektromaschine so anzuordnen, daß diese alternativ mit beiden Getriebeeingangswellen verbindbar ist. Zur Bildung dieser Verbindung kann eine Reibungs-, Schalt-, oder Magnetkupplung, die Verbindung von Elektromaschine und Getriebeeingangswelle über den Aufbau elektromagnetischer Felder herstellt, dienen, wobei die Bildung der Verbindung beziehungsweise die Ansteuerung dieser Kupplung mittels eines Aktors elektrisch, hydraulisch und/oder pneumatisch sowie aus einer daraus kombinierten Funktionsweise oder im Falle einer Magnetkupplung durch entsprechende Steuerung der elektrischen Ströme durch die die Magnetwirkung einstellenden Vorrichtung wie Spulen und dergleichen erfolgen kann. Es versteht sich, daß zur Bildung einer abkoppelbaren Verbindung zwischen den Getriebeeingangswellen und der Elektromaschine auch zwei Kupplungen vorteilhaft sein können, wobei jeweils eine Kupplung die Elektromaschine mit einer der Getriebeeingangswellen verbinden kann und hierzu zwei entsprechende Aktoren eingesetzt werden können.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen des Getriebes sehen vor, daß die Getriebeausgangswelle im wesentlichen koaxial zu der Antriebswelle angeordnet sein kann, und/oder daß eine der Getriebeeingangswellen im wesentlichen koaxial zu der Antriebswelle angeordnet ist. Hierbei kann es besonders vorteilhaft sein, eine Getriebeeingangswelle als Hohlwelle um die andere Getriebeeingangswelle anzuordnen. Dabei können vorteilhafterweise die die einzelnen Gänge

bildenden Zahnradpaare in Abhängigkeit von den Übersetzungen der Übersetzungsstufe alternierend auf den beiden Getriebeeingangswellen angeordnet werden. Auf diese Weise ist es möglich, das Fahrzeug über eine Getriebeeingangswelle, die über die entsprechende Kupplung mit der Brennkraftmaschine verbunden ist, und einem Gang mit einer Übersetzungsstufe zu betreiben, während auf der anderen Getriebeeingangswelle die nächste Übersetzung bei geöffneter Kupplung zwischen Getriebeeingangswelle und Brennkraftmaschine eingelegt wird. Auf diese Weise können in diesen Getrieben beispielsweise vier, vorzugsweise sechs separate Vorwärtsgänge und ein Rückwärtsgang vorgesehen sein, wobei die Gänge mit einer entsprechend ihrer Übersetzung ansteigenden Zahl auf eine Getriebeeingangswelle und die bezüglich ihrer Übersetzung zwischen den Übersetzungen der auf der ersten Getriebeeingangswelle angeordneten Gänge auf der anderen Getriebeeingangswelle angeordnet sein können. Der Rückwärtsgang kann auf einer der beiden Getriebeeingangswellen angeordnet sein. Eine Alternative hierzu kann ein rein elektrischer Betrieb des Fahrzeugs nach rückwärts sein, wobei hierzu die Elektromaschine in umgekehrtem Drehsinn betrieben wird. Der bevorzugte Anfahrang mit der kleinsten Übersetzung kann beispielsweise auf einer ersten, der zweite Gang mit der nächst höheren Übersetzung auf der zweiten, der dritte Gang wieder auf der ersten und der vierte Gang wieder auf der zweiten usw. angeordnet sein. Dabei kann die Elektromaschine mit der Getriebeeingangswelle verbunden sein, die den Gang mit der kleinsten oder den Gang mit der nächst kleinsten Übersetzung enthält. Die einzelnen Gänge werden vorteilhafterweise über Fest- und Losräder, die jeweils auf einer Welle wieder Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle angeordnet sind, gebildet, wobei zur Aktivierung des Ganges das entsprechende Losrad mit der Welle, beispielsweise über eine Schaltmuffe, verbunden wird. Die Losräder können vorteilhafterweise auf den Getriebeeingangswellen, auf der Getriebeausgangswelle oder je nach Anforderung wechselnd auf einer der Getriebeeingangswellen und der Getriebeausgangswelle oder Abtriebswelle angeordnet sein. Dabei können – wie an sich bekannt – die Losräder an die entsprechenden Wellen wie Getriebeeingangswelle und/oder Getriebeausgangswelle bezüglich einer Drehzahl zwischen der die beiden Zahnäder tragenden Wellen synchronisiert erfolgen, wobei diese Synchronisierung durch an sich bekannte Synchronisierereinrichtungen erfolgen kann oder alternativ oder zusätzlich mittels der Elektromaschine erfolgen kann und die Elektromaschine hierzu antreibend oder bremsend entsprechend der geforderten Minimierung der Differenzdrehzahl zwischen den beiden Wellen zum Erreichen einer Synchronisationsdrehzahl verwendet werden kann. Weiterhin kann es von besonderem Vorteil sein, die Synchronisation durch Bremsen oder Beschleunigen der Getriebeeingangswelle zu beschleunigen, indem diese mittels der Kupplung, die während der Übertragung des Drehmoments über die andere Getriebeeingangswelle gewöhnlicherweise geöffnet ist, mit der Antriebseinheit zumindest schlupfend betrieben wird.

[0007] Bezüglich der Anordnung der Elektromaschine an dem Getriebe hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, diese an dem der Antriebseinheit wie Brennkraftmaschine gegenüberliegenden Ende der Getriebeeingangswelle anzuordnen. Selbstverständlich kann es auch vorteilhaft sein, die Elektromaschine parallel zu einer der Getriebeeingangswellen anzuordnen, wobei über eine Wirkverbindung wie Riemen, Kette, Zahnradverbindung und dergleichen eine achsparallele Anordnung gewählt wird und die Elektromaschine im Bereich der Doppelkupplung oder auf axialer Höhe des Getriebes angeordnet sein kann. Im Falle einer Anbringung

an der der Antriebseinheit gegenüberliegenden Seite des Getriebes kann eine koaxiale Anordnung der Elektromaschine zu der Getriebeeingangswelle, mit der die Elektromaschine verbunden ist, vorteilhaft sein. Weiterhin kann die Elektromaschine um die Kupplung, beispielsweise um die Doppelkupplung des Doppelkupplungsgetriebes, angeordnet sein, was den Vorteil birgt, daß ein zusätzlicher axialer Bauraum weitgehend entfällt und infolge eines großen Durchmessers die Elektromaschine stärker, das heißt, leistungsfähiger ausgelegt werden kann. Bezüglich einer wirkungsorientierten Anbindung der Elektromaschine an das Doppelkupplungsgetriebe kann es vorteilhaft sein, die Elektromaschine neben der direkten Kopplung an die Getriebeeingangswelle an die mit einer der Getriebeeingangswellen angeordneten Gangräder anzubinden. Auf diese Weise kann die Elektromaschine als Motor oder Generator durch Nutzung der verschiedenen Übersetzungen bei den auf dieser Getriebeeingangswelle einlegbaren Gängen an das drehzahlabhängige Wirkungsgradmaximum der Elektromaschine angepasst werden. Andererseits hat sich gezeigt, dass insbesondere während Rekuperationsvorgängen die in elektrische Energie konvertierbare kinetische Energie durch einen langen Kraftpfad wie es beispielsweise bei einer Wirkverbindung der Elektromaschine mit dem am größten übersetzten Gang, wenn in einem Gang mit kleinerer Übersetzung rekuperiert wird. Hier wird die kinetische Energie beispielsweise über drei Zahnradpaare geleitet, so dass ein Wirkungsgradverlust in Kauf genommen werden muss. Nach dem erfinderischen Gedanken kann es daher in derartigen Fällen besonders vorteilhaft sein, die Elektromaschine vorzugsweise an den Gängen beziehungsweise an deren Gangrädern mit einer mittleren Übersetzung in Wirkeingriff zu bringen, beispielsweise in Abhängigkeit von der Wahl der Getriebeeingangswelle vorzugsweise am Gang II oder Gang IV beziehungsweise am Gang III.

[0008] Weiterhin kann die Elektromaschine auf der Getriebeausgangswelle angeordnet sein, wobei sie um diese verdrehbar angeordnet und mit der Getriebeeingangswelle wirkverbunden sein kann. Dies ist insbesondere in sogenannten Inline-Getrieben vorteilhaft, bei denen die Getriebeausgangswelle koaxial zur Kurbelwelle angeordnet ist. Hier kann die Elektromaschine an dem der Kurbelwelle entgegengesetzten Ende des Getriebes auf der Getriebeausgangswelle positioniert sein und damit aus Bauraumgründen optimal angeordnet werden. Es kann dabei eine verdrehbare Anordnung um die Getriebeausgangswelle in der Weise vorgesehen sein, dass der Rotor verdrehbar um die Getriebeausgangswelle angeordnet ist und auf dieser gelagert ist oder dass der Rotor verdrehbar gegenüber dem Getriebegehäuse gelagert ist. In beiden Fällen ist der Stator fest mit dem Getriebegehäuse verbunden. Die Elektromaschine kann wie in den übrigen Ausführungsbeispielen als Außen- oder Innenläufer, das heißt mit um den Stator oder innerhalb des Stators angeordnetem Rotor ausgeführt sein. Die Art der Elektromaschine kann generell vom Synchron-, Asynchron-, oder Reluktanztyp sein. Die Wirkverbindung zwischen Rotor und Getriebeeingangswelle kann über einen Riementrieb, eine Zahnradverbindung oder dergleichen erfolgen, wobei es besonders vorteilhaft sein kann, die Elektromaschine mit einem Zahnrad einer Zahnradpaarung eines Ganges, beispielsweise eines Ganges mit hoher Übersetzung, beispielsweise Gang V, zu verbinden. Hierzu wird vorteilhafterweise ein Gang gewählt dessen Übersetzung größer als die Übersetzung des direkten Ganges (Drehzahl der Kurbelwelle ist gleich der Drehzahl der Getriebeeingangswelle), so dass eine Übersetzung entsprechend der Übersetzungsverhältnisse dieser beiden Gänge zwischen der Elektromaschine und der Brennkraftmaschine vorliegt, wodurch

die Elektromaschine im Generatormodus bei im Wirkungsgrad liegenden Drehzahlen betrieben werden kann und die Brennkraftmaschine von der Elektromaschine bei entsprechend kleinen Drehzahlen der Kurbelwelle und hohen Drehzahlen der Elektromaschine gestartet werden kann. Weiterhin kann es zur weiteren Spreizung des Drehzahlbandes der Elektromaschine vorteilhaft sein, den Rotor beispielsweise mittels einer Schaltkupplung drehfest mit der Getriebeausgangswelle zu verbinden.

[0009] Mit der Elektromaschine kann zumindest ein Nebenaggregat antriebsmäßig verbunden sein, insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn bei einer achsparallelen Anordnung der Elektromaschine zu der Getriebeeingangswelle die Elektromaschine in die Riemenscheibenebene der Nebenaggregate integriert wird. Hierbei kann die Elektromaschine eine Antriebsfunktion in bekanntem Sinne ausüben, wobei hierzu die Elektromaschine vorteilhafterweise von der Getriebeeingangswelle abkoppelbar sein kann, so daß die Nebenaggregate durch die Elektromaschine unabhängig von den Drehzahlen der Getriebeeingangswelle, das heißt, auch unabhängig von den Drehzahlen der Antriebsräder und der Drehzahl der Antriebswelle der Brennkraftmaschine betreibbar sind. Vorteilhafterweise kann hierdurch bei einem Wunsch, die Nebenaggregate elektrisch unabhängig von der Antriebseinheit zu betreiben die separate Versorgung dieser Nebenaggregate mit jeweils einem Elektromotor entfallen und entsprechendes Gewicht eingespart werden. Weiterhin kann zwischen der Elektromaschine und dem zumindest einen Nebenaggregat eine Übersetzung vorgesehen sein, die variabel einstellbar sein kann, beispielsweise über ein variabel einstellbares Umschlingungsmittelgetriebe (CVT) oder über automatisch oder manuell schaltbare Zahnradverbindungen. Auch kann es vorteilhaft sein, über eine sogenannte Nebenaggregatskupplung die Elektromaschine von dem zumindest einen Nebenaggregat abzukoppeln. Mehrere in einer Riemenscheibenebene angeordnete Nebenaggregate können voneinander und/oder von der Elektromaschine ebenfalls durch Kupplungen, Freiläufe und entsprechende Getriebe zur Wahl variabler und/oder fester Übersetzungen getrennt, miteinander verbunden und/oder gegeneinander übersetzt werden.

[0010] Nach einem weiteren erfinderischen Gedanken kann die Verbindung zwischen der Antriebswelle und zumindest einer der Getriebeeingangswellen übersetzt oder übersetzt sein. Diese Übersetzung oder Vorübersetzung kann vorteilhafterweise mittels Zahnradstufen erfolgen, hierdurch kann bereits eine Abstufung der Getriebeeingangswellen untereinander erfolgen, indem eine Getriebeeingangswelle vorübersetzt und die andere nicht vorübersetzt ist. Weiterhin kann durch die Vorübersetzung der Drehzahlbereich der Getriebeeingangswellen so abgestimmt werden, daß unabhängig vom eingelegten Gang die Elektromaschine bei einer optimierten, das heißt, für die Elektromaschine bezüglich ihres Wirkungsgrades angepaßten Drehzahl betrieben werden kann. Es versteht sich, daß die entsprechende Übersetzung auch zwischen der Getriebeeingangswelle und der Elektromaschine direkt erfolgen kann, insbesondere bei einer achsparallelen Anordnung von Getriebeeingangswelle und Elektromaschine mit einer zwischen diesen wirksamen Verbindung wie Riemenantrieb, Kettenantrieb, Zahnradantrieb und dergleichen.

[0011] Nach einem weiteren erfinderischen Gedanken ist der Antriebsstrang bestehend aus der Antriebseinheit wie Brennkraftmaschine, der Kupplungseinrichtung wie Doppelkupplung und dem Getriebe wie Doppelkupplungsgetriebe zur automatischen Betätigung vorgesehen, wobei zumindest eine Kupplung und/oder ein Gang automatisch in Abhängigkeit von der Fahrsituation schaltbar sein kann.

Vorteilhaft ist jedoch die Auslegung des Antriebsstranges als vollautomatisches Getriebe mit zwei vollautomatisch zu betätigenden Kupplungen und einer vollautomatischen Betätigung aller Gänge. Dabei ist zumindest ein Gang oder eine Kupplung durch einen Aktor, der ein elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder daraus kombinierter Aktor sein kann, betrieben. In einem vorteilhaften Ausgestaltungsbeispiel wird für jeden Gang ein derartiger Aktor vorgesehen, wobei es besonders vorteilhaft sein kann, über Schaltmuffen wie Schieböhlsen, auf die ein entsprechender Aktor wirkt, jeweils zwei auf einer Getriebeeingangswelle benachbart angeordnete Gänge zu schalten, beispielsweise kann eine Gangpaarung bestehend aus einem ersten und einem diesem auf der Getriebeeingangswelle benachbarten Gang gebildet werden, die von einem Aktor betätigt wird. Beispielsweise kann ein Gangpaarung aus dem ersten und dem dritten Gang gebildet werden, wobei die Schaltmuffe zwischen der Aktivierung des ersten Ganges und der Aktivierung des zweiten Ganges durch jeweilige Bildung eines Formschlusses mit der Getriebeeingangswelle eine gegebenenfalls einstellbare Neutralstellung überfahren kann. Es kann hierbei vorteilhaft sein, einen einzelnen, nicht zu einer Gangpaarung kombinierbaren Gang mit der Verbindung der Elektromaschine mit der Getriebeeingangswelle zu kombinieren, so daß mit dieser Schieböhse ein Aktor entweder diesen Gang schaltet oder die Elektromaschine mit der Getriebeeingangswelle verbindet oder optional eine Neutralstellung einlegt.

[0012] Nach einem weiteren erfinderischen Gedanken können Übersetzungsstufen auf der mit einer Synchronisationseinrichtung am letzten Radsatz ausgestatteten Getriebeeingangswellen, beispielsweise der ersten nicht mit der Elektromaschine in Wirkverbindung stehenden Getriebeeingangswelle, mittels eines Aktors betätigt werden, wobei Übersetzungsstufen eingelegt werden, indem ein Losrad mittels eines Endausgangelementes, das Teil eines Endausgangsmechanismus ist, welcher vom Endbetätigungsmechanismus betätigt wird, mit der es tragenden Welle verbunden wird und wobei die Schaltabfolge der Übersetzungsstufen nicht im Endbetätigungsmechanismus festgelegt ist. Das Endausgangelement ist das hierbei Element, welches bewegt wird, um ein Übersetzungsverhältnis festzulegen, d. h. welches die Verbindung zwischen zwei Kraftübertragungsmitteln herstellt, beispielsweise eine Kupplungsmuffe. Dieses Endausgangelement ist Teil des Endausgangsmechanismus, der beispielsweise neben der Kupplungsmuffe eine Schaltgabel umfaßt, die mit der Kupplungsmuffe in Verbindung steht und mittels eines Schaltfingers, der mit ihr in Wirkverbindung treten kann, verschiebbar ist, so daß die Kupplungsmuffe bewegt wird, um eine Übersetzungsstufe ein- oder auszulegen, wobei der Schaltfinger Teil des Endbetätigungsmechanismus ist, der den Endausgangsmechanismus betätigt. Hierbei kann der Endbetätigungsmechanismus, der von einem Aktor angesteuert werden und eine kinematische Übertragung der Aktorbewegung auf ein Betätigungselement, beispielsweise einen Schaltfinger, umfassen kann, zumindest ein Hauptbetätigungselement wie Schaltfinger umfassen, das mit den Endausgangsmechanismen wie Schaltgabeln und Schieböhlsen derart in Wirkverbindung tritt, daß eine Übersetzungsstufe einlegbar ist und das zumindest eine Hauptbetätigungselement dann mit einem anderen Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung treten kann, ohne die zuvor eingelegte Übersetzungsstufe auslegen zu müssen, wobei der Endbetätigungsmechanismus zumindest ein Nebenbetätigungselement, beispielsweise zumindest einen weiteren Schaltnocken umfassen kann. Die Endausgangsmechanismen im Sinne der Erfindung können Verbindungselemente, wie Schaltgabeln umfassen, die einen ersten Funktionsbereich für den Eingriff ei-

nes Hauptbetätigungselements und einen zweiten Funktionsbereich für den Eingriff eines Nebenbetätigungselements aufweisen. Das Nebenbetätigungselement kann beispielsweise auf einer bei Betätigung um ihre Längsachse verdrehbaren Schaltwelle angeordnet sein, wobei der zweite Funktionsbereich so ausgebildet sein kann, daß bei einer Drehung der Schaltwelle eine Kraft von einem Nebenbetätigungselement auf den zweiten Funktionsbereich in Ausrichtung der zugehörigen Übersetzungsstufe übertragbar ist, die gleich oder größer der zum Ausrücken erforderlichen Kraft ist.

[0013] Dabei kann, sobald das zumindest eine Hauptbetätigungselement mit einem Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung tritt, das wenigstens eine Nebenbetätigungselement mit wenigstens einem weiteren Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung treten. So kann es weiterhin vorteilhaft sein, bei einer Betätigung eines Endausgangsmechanismus zum Einlegen einer Übersetzungsstufe mittels des zumindest einen Hauptbetätigungselements zugleich wenigstens ein weiterer Endausgangsmechanismus mittels des wenigstens einen Nebenbetätigungselements zum Auslegen der dazugehörigen Übersetzungsstufe betätigt werden. Dabei kann der Endbetätigungsmechanismus so vorgesehen werden, dass nur eine Übersetzungsstufe einer Getriebeeingangswelle gleichzeitig einlegbar ist. Weiterhin können Nebenbetätigungselement und die Funktionsbereiche in den Endausgangsmechanismen derart zusammenwirken, daß ein Auslegen einer Übersetzungsstufe bei einer Drehung der Schaltwelle unabhängig von der Drehrichtung erfolgt, wobei ein Nebenbetätigungselement und diese Funktionsbereiche symmetrisch ausgebildet sind. Vorteilhafterweise kann das wenigstens eine Nebenbetätigungselement zwei nockenartige Endbereiche und die Funktionsbereiche damit korrespondierende Ausnehmungen aufweisen. Weiterhin können die Funktionsbereiche zwei nockenartige Endbereiche und das wenigstens eine Nebenbetätigungselement damit korrespondierende Ausnehmungen aufweisen. Die Kraftübertragung zwischen Nebenbetätigungselement und Funktionsbereichen kann dabei beispielsweise über die Spitze der nockenartigen Endbereiche oder über die Seitenflächen der nockenartigen Endbereiche erfolgen. Weitere Ausgestaltungsmöglichkeiten und eine nähere Beschreibung der Funktionsweise ist in der nicht vorveröffentlichten Anmeldung DE 101 08 990.2 offenbart, die hiermit voll inhaltlich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist.

[0014] Nach dem erfinderischen Gedanken kann der Endbetätigungsmechanismus auch die Synchronisierung der Getriebeeingangswelle mittels der Synchronisationseinrichtung am letzten Radsatz ausüben, indem beispielsweise die Schiebehülse nur die Reibereinrichtung der Synchronisationseinrichtung des letzten Radsatzes betätigt, indem eine Axialbewegung entsprechend dem Einlegen der letzten Übersetzungsstufe ausgeführt wird, die Schaltkupplung letztendlich aber nicht betätigt sondern nach dem Abbremsen der Getriebeeingangswelle und Erreichen der Synchronisationsdrehzahl der Getriebeeingangswelle wieder in Ausgangsstellung zurückgefahren wird. Es versteht sich, dass die Reibereinrichtung der Synchronisationseinrichtung am letzten Radsatz entsprechend ausgelegt ist, um die Synchronisation der Getriebeeingangswelle bei allen Übersetzungswechseln der auf dieser Getriebeeingangswelle angeordneten Übersetzungsstufen zu übernehmen. Hierbei können besonders beständige, verschleißfeste Reibpartner wie beispielsweise Keramikreibscheiben oder herkömmliche Reibbeläge mit einem großen Verschleißbereich vorgesehen sein. Weiterhin kann vorgesehen werden, leicht austauschbare Reibscheiben vorzusehen, beispielsweise in Lamellenkäfigen angeordnete

einseitig offene Lamellen, die leicht über die Welle, um die die Synchronisationseinrichtung angeordnet ist, geschoben werden können. Besonders vorteilhaft kann die Verwendung des Endbetätigungsmechanismus mit zumindest einem Haupt- und einem Nebenbetätigungselement in der Weise sein, dass zum Synchronisieren der Drehzahl der ersten Getriebeeingangswelle auf die Drehzahl der Getriebeausgangswelle während eines Übersetzungsstufenwechsels die Synchronisationseinrichtung am letzten Radsatz mittels des Nebenbetätigungselements betätigt wird und der Übersetzungsstufenwechsel mittels des Hauptbetätigungselements erfolgt. Auf diese Weise kann das Abbremsen der Getriebeeingangswelle mittels des Nebenbetätigungselements nahezu zeitgleich und im selben Arbeitsschritt erfolgen wie das Auslegen der eingelegten Übersetzungsstufe mit dem Hauptelement, so dass gegenüber der Anordnung von separaten Synchronisationseinrichtungen an jeder Gangstufe – eine Anordnung, die erheblich mehr Bauraum erfordert und kostenintensiver ist – praktisch kein Zeitverlust entsteht und eine vereinfachte Betätigung der Synchronisationseinrichtung gegenüber der Betätigung mittels eines separaten oder kinematisch kompliziert vom Endbetätigungsmechanismus zum Aus- und Einlegen der übrigen Gangstufen abhängigen Endbetätigungsmechanismus vorgeschlagen werden kann. Es versteht sich, dass das Nebenbetätigungselement auch die letzte Übersetzungsstufe einlegen kann.

[0015] Nach einem erfinderischen Gedanken kann die Antriebsseinheit weiterhin durch eine Brennkraftmaschine mit einer Kurbelwelle gebildet sein, die mittels einer Doppelkupplung jeweils mit einer Getriebeeingangswelle verbunden werden kann. Dazu wird eine Elektromaschine – wie oben als erste Elektromaschine bezeichnet – zusätzlich mit zumindest einer Getriebeeingangswelle abkoppelbar verbunden. Besonders vorteilhaft kann es sein, die Elektromaschine so anzuordnen, daß diese alternativ mit beiden Getriebeeingangswellen verbindbar ist. Zur Bildung dieser Verbindung kann eine Reibungs-, Schalt-, oder Magnetkupplung, die Verbindung von Elektromaschine und Getriebeeingangswelle über den Aufbau elektromagnetischer Felder herstellt, dienen, wobei die Bildung der Verbindung beziehungsweise die Ansteuerung dieser Kupplung mittels eines Aktor der elektrisch, hydraulisch und/oder pneumatisch sowie aus einer daraus kombinierten Funktionsweise oder im Falle einer Magnetkupplung durch entsprechende Steuerung der elektrischen Ströme durch die die Magnetwirkung einstellenden Vorrichtung wie Spulen und dergleichen erfolgen kann. Es versteht sich, daß zur Bildung einer abkoppelbaren Verbindung zwischen den Getriebeeingangswellen und der Elektromaschine auch zwei Kupplungen vorteilhaft sein können, wobei jeweils eine Kupplung die Elektromaschine mit einer der Getriebeeingangswellen verbinden kann und hierzu zwei entsprechende Aktoren eingesetzt werden können.

[0016] Mit der Elektromaschine kann zumindest ein Nebenaggregat antriebsmäßig verbunden sein, insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn bei einer achsparallelen Anordnung der Elektromaschine zu der Getriebeeingangswelle die Elektromaschine in die Riemenscheibenebene der Nebenaggregate integriert wird. Hierbei kann die Elektromaschine eine Antriebsfunktion in bekanntem Sinne ausüben, wobei hierzu die Elektromaschine vorteilhafterweise von der Getriebeeingangswelle abkoppelbar sein kann, so daß die Nebenaggregate durch die Elektromaschine unabhängig von den Drehzahlen der Getriebeeingangswelle, das heißt, auch unabhängig von den Drehzahlen der Antriebsräder und der Drehzahl der Antriebswelle der Brennkraftmaschine betreibbar sind. Vorteilhafterweise kann hierdurch bei einem Wunsch, die Nebenaggregate elektrisch unabhängig von der

Antriebseinheit zu betreiben die separate Versorgung dieser Nebenaggregate mit jeweils einem Elektromotor entfallen und entsprechendes Gewicht eingespart werden. Weiterhin kann zwischen der Elektromaschine und dem zumindest einen Nebenaggregat eine Übersetzung vorgesehen sein, die variabel einstellbar sein kann, beispielsweise über ein variabel einstellbares Umschlingungsmittelgetriebe (CVT) oder über automatisch oder manuell schaltbare Zahnradverbindungen. Auch kann es vorteilhaft sein, über eine sogenannte Nebenaggregatskupplung die Elektromaschine von dem zumindest einen Nebenaggregat abzukoppeln. Mehrere in einer Riemenscheibenebene angeordnete Nebenaggregate können voneinander und/oder von der Elektromaschine ebenfalls durch Kupplungen, Freiläufe und entsprechende Getriebe zur Wahl variabler und/oder fester Übersetzungen getrennt, miteinander verbunden und/oder gegeneinander übersetzt werden.

[0017] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung kann darin bestehen, dass beim Einsatz von hydraulischen Einrichtungen, beispielsweise einer hydraulischen Betätigungseinrichtung zumindest einer der Kupplungen, die beim Rekuperieren zurückgewonnene Energie zur Versorgung hydraulischer Druckspeicher verwendet wird, indem beispielsweise die in elektrische Energie gewandelte Rekuperationsenergie eine elektrische Pumpe speist oder eine an den Antriebsstrang gekoppelte Pumpe während eines Rekuperationsvorganges direkt mittels Ausnutzung der von den Antriebsrädern eingebrachten kinetischen Energie den Druckspeicher speist. Vorteilhaft an derartigen Verfahren und Ausgestaltungen ist, dass ein üblicherweise stattfindender Zwischenspeicherprozess, beispielsweise in einem elektrischen Akkumulator, vermieden werden kann, wodurch der Gesamtwirkungsgrad der Rekuperation und damit des Kraftfahrzeugs selbst gesteigert werden kann. Es versteht sich, dass der direkte Betrieb eines Nebenaggregats mit kinetischer Energie den höchsten Wirkungsgrad erbringt, und dass in besonderen Anwendungsfällen, wenn beispielsweise ein Nebenaggregat aus Bauraumgründen nicht direkt mit dem Antriebsstrang wirkverbunden werden kann, die von der Elektromaschine erzeugte Energie direkt und ohne Zwischenspeicherung in einem Akkumulator ein elektrisches betriebenes Nebenaggregat, beispielsweise eine Pumpe für eine Betätigungsvorrichtungen von Kupplungen, Lenkhilfsvorrichtungen, Fahrwerksstabilisierungsvorrichtungen und/oder dergleichen, in einem Kompressor für Klimaanlage, Komprimierung der Ansaugluft für die Brennkraftmaschine, Druckluftbremsen und/oder dergleichen, das entsprechend den Bauraumverhältnissen angeordnet sein kann, vorgesehen werden kann.

[0018] Bezüglich der Priorisierung der Stromversorgung beziehungsweise Energieversorgung bei einer Kombination einzelner Stromverbraucher beziehungsweise Energiekonsumenten kann in Abhängigkeit vom Ladezustand des elektrischen Akkumulators während eines Rekuperationsvorganges vorgesehen sein. Die höchste Priorität hat vorteilhafterweise die Versorgung der sicherheitsrelevanten Verbraucher wie beispielsweise der Lenkhilfepumpen, der Bremsvorrichtungen, der Betätigungsvorrichtungen für Kupplungen, die Fahrwerkstabilisierungskomponenten, Motorsteuerung und dergleichen vor den Komfort bildenden Verbrauchern wie Klimakompressoren, Sitzheizung, Fensterheber und dergleichen, danach kann überschüssige Energie, beispielsweise als elektrische Energie in einem elektrischen Akkumulator oder beispielsweise als thermodynamische in einem Klimakompressor, beispielsweise als Kohlesäureschnee, als kondensiertes überkritisches Gas oder dergleichen abgespeichert werden.

[0019] In der erfindungsgemäßen oben erwähnten Schalt-

vorrichtung ist das Endausgangselement das Element, welches bewegt wird, um ein Übersetzungsverhältnis festzulegen, d. h. welches die Verbindung zwischen zwei Kraftübertragungsmitteln herstellt, wie beispielsweise eine Kupplungsmuffe. Dieses Endausgangselement ist Teil des Endausgangsmechanismus, der beispielsweise neben der Kupplungsmuffe eine Schaltgabel umfaßt, die mit der Kupplungsmuffe in Verbindung steht und mittels eines Schaltfingers, der mit ihr in Wirkverbindung treten kann, verschiebbar ist, so daß die Kupplungsmuffe bewegt wird, um eine Übersetzungsstufe ein- oder auszulegen, wobei der Schaltfinger Teil des Endbetätigungsmechanismus ist, der den Endausgangsmechanismus betätigt; als Endbetätigungsmechanismus wird die gesamte kinematische Kette zwischen Schalt- beziehungsweise Wähltrieb und Endausgangsmechanismus bezeichnet.

[0020] Bei Getrieben des Standes der Technik erfolgt das Zusammenwirken von Endausgangsmechanismus und Endbetätigungsmechanismus derart, daß das Einlegen einer Übersetzungsstufe nur erfolgen kann, wenn keine andere Übersetzungsstufe eingelegt ist. Um eine Übersetzungsstufe einzulegen, müssen zwangsweise zuvor alle anderen Übersetzungsstufen ausgelegt werden. So sind die Schaltgabelmäuler, mit denen der Schaltfinger in Verbindung treten kann, um über die jeweilige Schaltgabel die Kupplungsmuffe zu schalten, so ausgebildet, daß der Schaltfinger nur mit einer anderen Schaltgabel in Verbindung tragen kann, wenn die Kupplungsmuffe, mit deren Schaltgabel er gerade in Verbindung steht, sich in der Neutralposition befindet. In Bezug auf ein bekanntes Handschaltgetriebe mit H-Schaltbild äußert sich dies darin, daß eine Wählbewegung des Gangschalthebels von einer Schaltgasse in eine andere nur in der Neutralgasse erfolgen kann, wobei bei einer Hebelbewegung aus einer Schaltgasse in die Neutralgasse immer die gerade eingelegte Übersetzungsstufe ausgelegt wird. Die Übersetzungsstufen, die durch dieselbe Kupplungsmuffe schaltbar sind, sind ohnehin nicht gleichzeitig einlegbar. Für einen Schaltvorgang ist es folglich notwendig, eine alte Übersetzungsstufe auszulegen, eine Wählbewegung durchzuführen und dann eine neue Übersetzungsstufe einzulegen; während dieser Zeit ist der Momentenfluß durch eine geöffnete Anfahrkupplung unterbrochen, da der Strang während des Schaltvorganges lastfrei sein muß.

[0021] Insbesondere bei lastschaltbaren Getrieben, bei denen die Übersetzungsstufen Gruppen bilden, zwischen denen zugkraftunterbrechungsfreie Lastschaltungen durchführbar sind, beispielsweise indem die Übersetzungsstufen von verschiedenen parallelen Getriebesträngen umfaßt werden, die unterschiedlichen Ausgangselementen einer Reibungskupplung zugeordnet sind, so daß durch eine Betätigung der Reibungskupplung im übergehenden Wechsel ein kontinuierlicher Wechsel des Momentes von einem Strang auf einen anderen Strang bewirkt werden kann, sind Ausgestaltungen der Verbindung von Endausgangsmechanismus und Endbetätigungsmechanismus bekannt geworden, die es erlauben, eine Übersetzungsstufe einzulegen ohne eine andere gegebenenfalls bereits eingelegte Übersetzungsstufe auslegen zu müssen. Auf diese Weise ist es möglich, mittels eines einzigen Endbetätigungsmechanismus zugleich mehrere Übersetzungsstufen in mehreren Getriebesträngen einzulegen, indem zuerst eine Übersetzungsstufe in einem Strang eingelegt wird, der Schaltfinger dann – ohne die betreffende Übersetzungsstufe auslegen zu müssen – mit anderen Schaltgabeln in Verbindung treten kann, um weitere Übersetzungsstufen einzulegen. In diesem Zusammenhang wird auf die Anmeldung DE 100 20 821 A1 der Anmelderin Bezug genommen, deren Inhalte auch zum Offenbarungsinhalt der vorliegenden Anmeldung gehören.

[0022] Üblicherweise werden zwei Gruppen von Übersetzungsstufen gebildet, wobei bezüglich der Abstufung ihrer Übersetzung aufeinanderfolgende Übersetzungsstufen unterschiedlichen Gruppen zugehören. Beispielsweise umfaßt bei einem Schaltgetriebe mit einem Rückwärtsgang (R) und sechs Vorwärtsgängen (I–VI) eine Gruppe die Gänge I, III und V und die andere Gruppe die Gänge R, II, IV und VI.

[0023] Bei einem derartigen Getriebe ergibt sich die Möglichkeit, in einem mittels der Reibungskupplung in den Momentenfluß geschlossenen Getriebestrang eine Übersetzungsstufe eingelegt zu haben und dann in einem anderen – noch geöffneten Strang – die Übersetzungsstufe einzulegen, in die nachfolgend durch Umlenken des Momentenflusses auf den betreffenden Strang geschaltet werden soll. Während eines Beschleunigungsvorganges beispielsweise kann, während in einem geschlossenen Getriebestrang, in dem der Gang III eingelegt ist, im anderen Strang der Gang IV eingelegt werden. Falls jetzt jedoch plötzlich doch eine Rückschaltung in den Gang II erfolgen soll, muß erst der Gang IV ausgelegt und dann der Gang II eingelegt werden, was insbesondere einen sehr großen Zeitverlust bedingt, wenn die Gänge II und IV von unterschiedlichen Kupplungsmuffen geschaltet werden.

[0024] Denkbar ist auch eine Situation, in der im geöffneten Getriebestrang mehr als eine Übersetzungsstufe eingelegt ist, was ein sehr großes Sicherheitsrisiko darstellt, da sobald dieser Strang in den Momentenfluß eingebunden wird, mehrere Übersetzungsstufen mit unterschiedlichen Übersetzungen wirksam sind, was dazu führen kann, daß das Getriebe blockiert oder sogar zerstört wird.

[0025] Es sind zudem sogenannte Schaltwalzengetriebe bekannt geworden, bei denen die Endausgangsmechanismen der Übersetzungsstufen mittels einer drehbaren Schaltwalze betätigt werden. Beispielsweise sind in der Schaltwalze kullissenartige Nuten eingebracht, die sich auf der Oberfläche der zylindrischen Schaltwalze sowohl in Umfangsrichtung als auch in axialer Richtung erstrecken, so daß bei einer Drehung der Schaltwalze um ihre Längsachse Schaltgabeln, die mittels in den Nuten gleitenden Elementen kinematisch mit der Schaltwalze verbunden sind, eine Bewegung in Achsrichtung der Schaltwalze ausführen; die Schaltabfolge der Übersetzungsstufen bezüglich der Drehung der Schaltwelle ist durch den Verlauf der Nuten festgelegt. Derartige Schaltwalzengetriebe ermöglichen bei entsprechender Ausgestaltung der Nuten ein sich überschneidendes Auslegen einer alten und Einlegen einer neuen Übersetzungsstufe, wodurch ein gewisser Zeitvorteil bei einem Schaltvorgang erzielt wird und somit die Dauer der Zugkraftunterbrechung reduziert werden kann, jedoch sind Schaltungen nur in sequentieller Folge möglich, eine Schaltung beispielsweise vom Gang I in den Gang III ist ebenso wenig möglich, wie ein direkte Rückschaltung beispielsweise vom Gang V in den Gang I.

[0026] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei einem Getriebe, bei dem der Endbetätigungsmechanismus zumindest ein Hauptbetätigungselement wie Schaltfinger umfaßt, das beispielsweise durch axiales Verschieben einer Schaltwelle, auf der es angeordnet ist, mit den Endausgangsmechanismen, die beispielsweise durch Schaltgabeln und damit verbundene Kupplungsmuffen gebildet sind, derart in Wirkverbindung tritt, daß eine Übersetzungsstufe einlegbar ist, beispielsweise indem die Schaltwelle, auf der das zumindest eine Hauptbetätigungselement angeordnet ist, verdreht wird und es dann mit einem anderen Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung treten kann, ohne daß die zuvor eingelegte Übersetzungsstufe ausgelegt werden muß, der Endbetätigungsmechanismus wenigstens ein Nebenbetätigungselement umfaßt.

[0027] Gemäß einer besonders zu bevorzugenden Ausgestaltung tritt, sobald das zumindest eine Hauptbetätigungselement mit einem Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung tritt, das wenigstens eine Nebenbetätigungselement mit wenigstens einem weiteren Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung, beispielsweise tritt in einer bestimmten Position ein Hauptbetätigungselement mit einem Endausgangsmechanismus in Verbindung und dabei treten zugleich Nebenbetätigungselemente mit den weiteren Endausgangsmechanismen in Verbindung. Bei einer Betätigung eines Endausgangsmechanismus zum Einlegen einer Übersetzungsstufe mittels des zumindest einen Hauptbetätigungselementes beispielsweise durch Verdrehen der Schaltwelle wird vorteilhafterweise zugleich der wenigstens eine weitere Endausgangsmechanismus mittels des wenigstens einen Nebenbetätigungselementes zum Auslegen der dazugehörigen Übersetzungsstufen betätigt. Besonders zweckmäßig ist es, daß so nur eine Übersetzungsstufe gleichzeitig einlegbar ist und daß aufgrund des sich überschneidenden Auslegens der alten und Einlegens der neuen Übersetzungsstufe sowie der bereits durchgeführten Wählbewegung ein erheblicher Zeitvorteil erzielt wird.

[0028] Gemäß eines weiteren, ebenfalls besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels tritt bei einem Getriebe, bei dem die Übersetzungsstufen Gruppen bilden, zwischen denen ein zugkraftunterbrechungsfreier Wechsel erfolgen kann, das wenigstens eine Nebenbetätigungselement mit wenigstens einem weiteren Endausgangsmechanismus derselben Gruppe in Wirkverbindung, sobald das zumindest eine Hauptbetätigungselement mit einem Endausgangsmechanismus einer Gruppe in Wirkverbindung tritt. Sehr zweckmäßig ist es bei diesem Ausführungsbeispiel, daß bei einer Betätigung eines Endausgangsmechanismus einer Gruppe zum Einlegen einer Übersetzungsstufe mittels des zumindest einen Hauptbetätigungselementes zugleich der wenigstens eine weitere Endausgangsmechanismus derselben Gruppe mittels des wenigstens einen Nebenbetätigungselementes zum Auslegen der dazugehörigen Übersetzungsstufen betätigt wird. Vorteilhafterweise tritt das wenigstens eine Nebenbetätigungselement mit keinem Endausgangsmechanismus der anderen Gruppe in Wirkverbindung, sobald das zumindest eine Hauptbetätigungselement mit einem Endausgangsmechanismus einer Gruppe in Wirkverbindung tritt. Sehr zweckmäßig ist, daß so in jeder Gruppe eine Übersetzungsstufe gleichzeitig einlegbar ist, jedoch nicht mehrere Übersetzungsstufen einer Gruppe.

[0029] Gemäß einer beispielhaften, jedoch besonders zu bevorzugenden Ausgestaltung der Endausgangsmechanismen, die Verbindungselemente, wie Schaltgabeln umfassen, weisen diese einen ersten Funktionsbereich für den Eingriff eines Hauptbetätigungselementes und einen zweiten Funktionsbereich für den Eingriff eines Nebenbetätigungselementes auf, so daß jeder Endausgangsmechanismus mittels eines Hauptbetätigungselementes oder mittels eines Nebenbetätigungselementes betätigbar ist. Bei einem Getriebe ist dabei das zumindest eine Nebenbetätigungselement auf der bei Betätigung um ihre Längsachse verdrehbaren Schaltwelle angeordnet und der zweite Funktionsbereich ist so ausgebildet ist, daß bei einer Drehung der Schaltwelle eine Kraft von einem Nebenbetätigungselement auf den zweiten Funktionsbereich in Ausrückrichtung der zugehörigen Übersetzungsstufe übertragbar ist, die gleich oder größer der zum Ausrücken erforderlichen Kraft ist. Die Verbindung zwischen Nebenbetätigungselement und Endausgangsmechanismus muß nicht geeignet sein, auch eine Kraft zum Einlegen einer Übersetzungsstufe zu übertragen.

[0030] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird eine Ausgestaltung des wenigstens einen Nebenbetätigungsele-



ments bevorzugt, die es ermöglicht, das Nebenbetätigungselement mit zumindest zwei Endausgangsmechanismen zu verbinden. Hierzu weist das wenigstens eine Nebenbetätigungselement eine besonders große Breite in Schaltwellenachsrichtung auf, die vorteilhafterweise wenigstens annähernd der Breite zweier Schaltgabelmäuler und deren gemeinsamen Abstand entspricht.

[0031] Gemäß eines besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels wirken das wenigstens eine Nebenbetätigungselement und die zweiten Funktionsbereiche derart zusammen, daß ein Auslegen einer Übersetzungsstufe bei einer Drehung der Schaltwelle unabhängig von der Drehrichtung erfolgt. Ausgehend von der Ausgangsstellung, in der sich die Schaltwelle in einer Mittellage bezüglich ihrer Drehung befindet und in der auch das Hauptbetätigungselement mit dem ersten Funktionsbereich eines Endausgangsmechanismus in Eingriff getreten ist, erfolgt eine Einlegen einer Übersetzungsstufe, indem die Schaltwelle entweder rechts oder links herum verdreht wird, wobei in jedem Fall das wenigstens eine Nebenbetätigungselement die ihm zugeordnete(n) Übersetzungsstufe(n) im Sinne eines Auslegens betätigt.

[0032] Im Ausführungsbeispiel wird es als besonders vorteilhaft erachtet, wenn hierzu das wenigstens eine Nebenbetätigungselement und die zweiten Funktionsbereiche symmetrisch ausgebildet sind.

[0033] In einem besonders zu bevorzugenden Ausführungsbeispiel weist das wenigstens eine Nebenbetätigungselement zweinockenartige Endbereiche und die zweiten Funktionsbereiche damit korrespondierende Ausnehmungen auf.

[0034] In einem anderen, ebenfalls besonders zu bevorzugenden Ausführungsbeispiel weisen die zweiten Funktionsbereiche zweinockenartige Endbereiche und das wenigstens eine Nebenbetätigungselement damit korrespondierende Ausnehmungen auf.

[0035] Hierbei erfolgt die Kraftübertragung zwischen Nebenbetätigungselement und zweitem Funktionsbereich über die Spitze dernockenartigen Endbereiche, wobei es in einem anderen Ausführungsbeispiel auch sehr zweckmäßig ist, wenn die Kraftübertragung zwischen Nebenbetätigungselement und zweitem Funktionsbereich über die Seitenflächen dernockenartigen Endbereiche erfolgt.

[0036] Zur Lösung der Aufgabe liegt diesen vorteilhaften Ausgestaltungsbeispielen ein erfindungsgemäßes Verfahren zugrunde, das zumindest die folgenden Verfahrensschritte enthält:

- Die Antriebseinheit treibt zumindest eine der Getriebeeingangswellen zumindest zeitweise an;
- die erste Elektromaschine treibt zumindest zeitweise eine der Getriebeeingangswellen an;
- die erste Elektromaschine wird zumindest zeitweise von einer der Getriebeeingangswellen angetrieben.

[0037] Das erfindungsgemäße Verfahren kann zumindest einen Start der als Brennkraftmaschine vorgesehenen Antriebseinheit vorsehen, wobei vorzugsweise bei nicht betriebswarmer Brennkraftmaschine diese mittels eines Verfahrens gestartet wird, das in Verbindung mit vorteilhaften Anordnungen des Antriebsstranges im Sinne der Erfindung benutzt, die jeweils eine Kupplung zwischen Brennkraftmaschine und Getriebeeingangswelle aufweisen und folgende Verfahrensschritte umfaßt:

- beide Kupplungen sind geöffnet;
- zwischen der ersten Getriebeeingangswelle, mit der die erste Elektromaschine antriebsmäßig verbunden ist,

und der Getriebeausgangswelle ist kein Gang eingelegt;

- zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle ist ein Gang mit vorzugsweise kleiner Übersetzung oder Untersetzung eingelegt;

- die erste Elektromaschine treibt die erste Getriebeeingangswelle an;

- die Kupplung im Kraftfluß zwischen der ersten Getriebeeingangswelle und der Antriebswelle wird nach Erreichen einer für den Kaltstart nötigen Impulsdrehzahl der Elektromaschine geschlossen;

- nach dem Start der Antriebseinheit wird die Kupplung, die den Kraftfluß zwischen der Antriebswelle und der zweiten Getriebeeingangswelle geschlossen und das Fahrzeug wird angefahren.

[0038] Diesem Verfahren kann alternativ oder zusätzlich ein weiteres Verfahren zum Start der Brennkraftmaschine beigeordnet werden, wobei dieses Verfahren vorzugsweise für eine betriebswarme Antriebseinheit verwendet werden kann und folgende Verfahrensschritte enthält:

- zwischen der ersten Getriebeeingangswelle, mit der die erste Elektromaschine antriebsmäßig verbunden ist, und der Getriebeausgangswelle ist kein Gang eingelegt;

- zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle ist ein Gang mit vorzugsweise kleiner Übersetzung oder Untersetzung eingelegt;

- die Kupplung im Kraftfluß zwischen der ersten Getriebeeingangswelle und der Antriebswelle ist geschlossen;

- die erste Elektromaschine wird angetrieben und die Antriebseinheit wird gestartet;

- durch Schließen der Kupplung im Kraftfluß zwischen der Antriebswelle und der zweiten Getriebeeingangswelle wird das Fahrzeug angefahren.

[0039] Alternativ oder zusätzlich kann folgendes Startverfahren insbesondere für eine nicht betriebswarme Brennkraftmaschine in Verbindung mit einer Anordnung eines Festrads auf der ersten Getriebeeingangswelle und einer mit diesem in Wirkverbindung stehenden Losrad mit einer Schalmuffe, einer sogenannten Triplexmuffe, die auf der Getriebeausgangswelle angeordnet ist und wahlweise die Gänge eines Gangpaars miteinander, einen der Gänge formschlüssig mit der Getriebeausgangswelle verbinden oder eine Neutralstellung ohne Verbindungsfunktion einnehmen kann, vorteilhaft sein:

- zwischen der ersten Getriebeeingangswelle, mit der die erste Elektromaschine antriebsmäßig verbunden ist, und der Getriebeausgangswelle ist kein Gang eingelegt;

- zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle sind die beiden Gänge mittels der Triplexmuffe miteinander verbunden;

- die Kupplung im Kraftfluß zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle und der Antriebswelle ist geschlossen;

- die Elektromaschine wird angetrieben und die Antriebseinheit wird gestartet;

- die Kupplung zwischen Antriebseinheit und zweiter Getriebeeingangswelle wird geöffnet;

- die zweite Getriebeeingangswelle und Getriebeausgangswelle werden auf vernachlässigbare Drehzahl



beispielsweise mittels der Elektromaschine abgebremst;

- die Triplexmuffe wird in Neutralstellung gefahren;
- ein Gang mit kleiner Übersetzung zwischen zweiter Getriebeeingangswelle und Getriebeausgangswelle wird geschaltet;
- durch Schließen der Kupplung im Kraftfluß zwischen der Antriebswelle und der zweiten Getriebeeingangswelle wird das Fahrzeug angefahren.

[0040] Ein großer Vorteil dieses Verfahrens ist ein Kaltstart der Brennkraftmaschine bei einer hohen Drehzahl - bedingt durch die Übersetzungsstufen zweier Gänge, beispielsweise des zweiten und des fünften Ganges - und damit eines verminderten Momentes der Elektromaschine. In Verbindung mit einem entsprechenden Getriebedesign ist der Wegfall eines Impulsstarts bei kalter Brennkraftmaschine, auch und insbesondere bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt hierdurch möglich und die Elektromaschine kann kostengünstig und bezüglich ihres Momentes kleiner dimensioniert werden. Dies kann eine enorme Kosten- und Bau-  
raumersparnis zur Folge haben.

[0041] Das erfinderische Verfahren kann weiterhin folgende Verfahrensschritte für den Betrieb der ersten Elektromaschine als Generator zur Erzeugung elektrischer Energie aufweisen:

- die erste Elektromaschine wird durch die Antriebseinheit oder für einen Fahrmodus wie Rekuperation durch das zumindest eine Antriebsrad angetrieben;
- bei Antrieb durch die Antriebseinheit ist wahlweise eine der beiden Kupplungen im Kraftfluß zwischen der Antriebswelle und einer Getriebeeingangswelle geschlossen;
- bei Antrieb durch das zumindest eine Antriebsrad sind beide Kupplungen geöffnet, dabei kann es vorteilhaft sein, die Elektromaschine in Abhängigkeit vom Ladezustand von elektrischen Energiespeichern, wie beispielsweise einer Hochstrombatterie, eines Leistungskondensators und/oder dergleichen zu betreiben, das heißt, mit der Getriebeeingangswelle zu verbinden, die dadurch ein Drehmoment, das von den Rädern und/oder von der Antriebseinheit auf diese übertragen wird, an die Elektromaschine überträgt.

[0042] Für das erfindungsgemäße Verfahren können folgende Drehmomentflüsse vorteilhaft sein:

- das Drehmoment wird von der Antriebswelle der Antriebseinheit über die geschlossene Kupplung im Kraftfluß zwischen der ersten, mit der die Elektromaschine tragenden, das heißt mit dieser wirkverbundenen Getriebeeingangswelle und der Antriebswelle auf die erste Getriebeeingangswelle und von dort auf die Rotorwelle der Elektromaschine übertragen;
- das Drehmoment wird von der Antriebswelle der Antriebseinheit über die geschlossene Kupplung im Kraftfluß zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine über ein Zahnradpaar auf die Getriebeausgangswelle, von dort über ein Zahnradpaar auf die erste Getriebeeingangswelle und von dort auf die Rotorwelle der Elektromaschine übertragen;
- das Drehmoment wird von dem zumindest einen Antriebsrad auf die Getriebeausgangswelle und von dort über ein Zahnradpaar über die erste Getriebeeingangswelle auf die Rotorwelle der ersten Elektromaschine übertragen.

Dabei kann die erste Elektromaschine bei einer Drehzahl vorzugsweise durch Wahl einer entsprechenden Zahnradpaarung zwischen Getriebeausgangswelle und erster Getriebeeingangswelle betrieben werden, bei der sie einen optimalen Arbeitspunkt bezüglich ihres Wirkungsgrades erreicht. Es kann dabei vorteilhaft sein, die Antriebseinheit während der Rekuperation bei einem Wechsel von Zug auf Schub durch Öffnen der Kupplung zwischen der ersten Getriebeeingangswelle und der Antriebswelle verzögert beispielsweise mit einer Verzögerung  $> 0,3$  Sekunden nach dem Wechsel von Zug auf Schub von der ersten Getriebeeingangswelle abzukoppeln.

[0043] Besonders vorteilhaft kann die Rekuperation in Verbindung mit einem Getriebe mit zwischen den Getriebeeingangswellen schaltbarer Elektromaschine ausgeübt werden, da mittels Umschaltung der Elektromaschine auf die entsprechende Getriebeeingangswelle und Wahl des für den Rekuperationsvorgang günstigsten Ganges der Wirkungsgrad weiter verbessert werden kann, da für die Angleichung an die Drehzahl mit bestem Wirkungsgrad der Elektromaschine alle Gänge des Getriebes genutzt werden können. Nach einem weiteren erfinderischen Gedanken kann insbesondere bei bereits geladenem elektrischem Energiespeicher Rekuperationsenergie mittels weiterer Energiespeicherformen, beispielsweise Wärmeenergie, Druck und dergleichen gespeichert werden. Hierzu können an die Rotorwelle angehängte Energiekonversionsmaschinen wie Kompressoren, Peltier-Elemente, Piezzo-Elemente und dergleichen dienen. Auch bereits beispielsweise als Klimakompressoren eingesetzte Nebenaggregate können hierfür vorgesehen sein.

[0044] Eine weitere vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorsehen, daß die erste Elektromaschine zusätzlich oder alternativ zur Antriebseinheit, die eine zweite Elektromaschine oder eine Brennkraftmaschine sein kann, Drehmoment zum Antrieb des Kraftfahrzeuges auf die erste Getriebeeingangswelle und von dort über ein Zahnradpaar zwischen erster Getriebeeingangswelle und Getriebeausgangswelle auf das zumindest eine Antriebsrad überträgt. Dabei kann das Zahnradpaar entsprechend der Fahrsituation ausgewählt werden oder das Zahnradpaar des momentan eingelegten Ganges benutzt werden.

[0045] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht weiterhin vor, während Schaltungsvorgängen zur Synchronisation der Gänge die erste Getriebeeingangswelle mit der ersten Elektromaschine abzubremzen und dadurch das Trägheitsmoment des Rotors der Elektromaschine zu vermindern, so daß die Synchronisationseinrichtungen nicht überlastet werden und gegebenenfalls sogar entfallen können, wobei die Abbremsung der ersten Getriebeeingangswelle durch kurzzeitiges Schließen der Kupplung zwischen Antriebseinheit und erster Getriebeeingangswelle erfolgen kann, während der Drehmomentfluß zwischen Antriebseinheit und Antriebsrädern über die zweite Getriebeeingangswelle erfolgt. Das Maß der Abbremsung der Getriebeeingangswelle richtet sich nach der einzustellenden Synchronisationsdrehzahl der ersten Getriebeeingangswelle. Die Überwachung der Synchronisationsdrehzahlen kann über entsprechende Drehzahlsensoren, die an der Getriebeeingangswelle wie beispielsweise ein bereits in der Elektromaschine vorgesehener Sensor zur Steuerung dieser und/oder an der Getriebeausgangswelle und/oder an den Antriebsrädern als Raddrehzahlsensoren angebracht sind, wobei bei einer Anbringung an der Getriebeausgangswelle eine entsprechende Berechnung dieser, unter Berücksichtigung der zwischen beiden Wellen anliegenden Übersetzungen des eingelegten Ganges, stattfindet. Weiterhin kann vorgesehen sein, bei zeitunkriti-

schen Hochschaltvorgängen, das heißt bei Schaltvorgängen, die bezüglich ihrer Getriebeübersetzung in Richtung overdrive erfolgen, ausschließlich elektrisch zu synchronisieren, während bei Rückschaltvorgängen ausschließlich mechanisch synchronisiert wird. Diese Vorgehensweise beinhaltet unter anderem den Vorteil, dass der elektrische Energieaufwand bei Rückschaltung minimiert wird und beim Hochschalten infolge einer Verzögerung der Getriebeeingangswelle elektrische Energie gewonnen werden kann. Das Beschleunigen der Getriebeeingangswelle auf Synchronisationsdrehzahl bei Rückschaltungen kann beispielsweise durch kurzzeitiges Schließen der entsprechenden Kupplung erfolgen. Es versteht sich, dass bei zeitkritischen Schaltungen sowohl mechanisch und elektrisch synchronisiert werden kann.

[0046] Der Schaltablauf für ein Getriebe mit einem entsprechenden Verfahren von einem niedriger übersetzten Gang in einen höheren übersetzten Gang erfolgt in der Weise, daß beispielsweise der niedrig übersetzte Gang zwischen der ersten Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle geschaltet ist und die Kupplung zwischen Antriebseinheit und erster Getriebeeingangswelle geschlossen ist und damit das Drehmoment von der Antriebseinheit über die Kupplung auf die Getriebeeingangswelle von dort über die Zahnradpaarung auf die Getriebeausgangswelle und von dort auf das Antriebsrad übertragen wird. Während dieser Zeit wird auf der zweiten Getriebeeingangswelle bei geöffneter Kupplung zwischen Antriebseinheit und zweiter Getriebeeingangswelle der nächstfolgende Gang eingelegt, wobei die Synchronisation der zweiten Getriebeeingangswelle durch einen schlupfenden Kontakt der Kupplung zwischen Antriebseinheit und zweiter Getriebeeingangswelle unterstützt werden kann oder – falls an dieser Getriebeeingangswelle die zweite Elektromaschine angeordnet ist – durch Beschleunigung oder Abbremsen der Elektromaschine unterstützt wird. Es versteht sich, daß die Hochschaltung in den nächsten Gang in gleicher Weise erfolgen kann, nämlich daß zuerst das Drehmoment über die zweite Getriebeeingangswelle an das Antriebsrad übertragen wird und währenddessen auf der ersten Getriebeeingangswelle der nächste Gang eingelegt wird und anschließend die Kupplung zur ersten Getriebeeingangswelle geschlossen wird und die Kupplung zur zweiten Getriebeeingangswelle geöffnet wird. Der Schaltablauf von einem Gang höherer Übersetzung in einen neu einzulegenden Gang niedrigerer Übersetzung erfolgt in ähnlicher Weise, nämlich dadurch, daß auf der nicht mit der Antriebseinheit durch die Kupplung verbundenen Getriebeeingangswelle der nächst niedere Gang eingelegt und synchronisiert wird und danach die Kupplung den Drehmomentfluß über den eingelegten Gang unterbricht und den neuen Gang durch Schließen der Kupplung zur Getriebeeingangswelle mit dem neu einzulegenden Gang in Betrieb setzt.

[0047] Eine weitere vorteilhafte Schaltvariante kann die Schaltung von einem höher übersetzten Gang in einen niedriger übersetzten Gang auf ein und derselben Getriebeeingangswelle sein, nämlich eine Rückschaltung auf derselben Getriebeeingangswelle, die durch folgende Verfahrensschritte vorteilhaft ausgeführt werden kann:

- Regelung der Antriebseinheit auf erhöhte Leistung, vorzugsweise Vollast;
- schlupfender Betrieb der Kupplung im Kraftfluß zwischen einer Getriebeeingangswelle auf der die zu schaltenden Gänge angeordnet sind und der Antriebswelle;
- bei Erreichen der Synchrondrehzahl für einen bezüglich seiner Übersetzung zwischen den Gängen auf der

einen Getriebeeingangswelle liegenden Gang an der Kupplung zwischen der Antriebswelle und der anderen Getriebeeingangswelle wird diese Kupplung schlupfend betrieben und Drehmoment bezüglich seiner Übersetzung zwischen den Gängen auf der einen Getriebeeingangswelle liegenden Gang über die Getriebeausgangswelle zu dem zumindest einen Antriebsrad geleitet;

- die Kupplung zwischen Antriebswelle und der einen Getriebeeingangswelle wird geschlossen;
- bei Erreichen der Synchrondrehzahl des neu einzulegenden Ganges auf der einen Getriebeeingangswelle erfolgt die Schaltung in diesen Gang.

[0048] Dabei kann es vorteilhaft sein, bei einer Schaltung von einem Gang auf einen neu einzulegenden Gang niedrigerer Übersetzung der selben Getriebeeingangswelle, die Elektromaschine bei der Synchronisation auf den neu einzulegenden Gang zur Synchronisation zusätzlich zu nutzen, sofern die Elektromaschine mit dieser Getriebeeingangswelle wirkverbunden ist. Weiterhin kann es vorteilhaft sein, zur Synchronisation zumindest eines neu einzulegenden Ganges, der vorzugsweise der Gang mit der kleinsten Übersetzung auf der Getriebeeingangswelle sein kann, mit der die Elektromaschine antriebsmäßig verbunden ist, während der Beschleunigung des Kraftfahrzeugs über die Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine die Elektromaschine zur Abbremsung der mit ihr verbundenen Getriebeeingangswelle zu nutzen. Vorzugsweise wird die Getriebeeingangswelle im wesentlichen auf die Synchrondrehzahl des neu einzulegenden Ganges abgebremst.

[0049] Nach dem erfinderischen Gedanken ist weiterhin ein Verfahren vorteilhaft, das für Anordnungen von Getriebe Anwendung finden kann, bei denen eine Elektromaschine mit einer Getriebeeingangswelle mittels einer Schaltkupplung verbindbar ist, die gleichzeitig den Gang mit der größten Übersetzung mit der Getriebeausgangswelle verbinden kann. Hierbei hat diese Schaltkupplung folgende Schaltzustände:

- das Losrad des Zahnradpaares des Ganges ist verdrehbar auf der Getriebeeingangswelle angeordnet, die Elektromaschine ist von der Getriebeeingangswelle abgekoppelt;
- die Elektromaschine ist von der Getriebeeingangswelle abgekoppelt;
- die Elektromaschine ist an die Getriebeeingangswelle gekoppelt, das Losrad ist gegenüber der Getriebeeingangswelle verdrehbar;
- das Losrad ist drehfest mit der Getriebeeingangswelle verbunden, die Elektromaschine ist mit der Getriebeeingangswelle gekoppelt;
- die Elektromaschine ist mit dem Losrad verbunden, das Losrad ist gegenüber der Getriebeeingangswelle verdrehbar.

[0050] Das Verfahren sieht weiterhin nach dem erfinderischen Gedanken vorteilhafte Schritte zum alleinigen oder die Brennkraftmaschine beziehungsweise eine an deren Stelle zweite Elektromaschine unterstützenden Betrieb des Kraftfahrzeuges mit der ersten Elektromaschine vor. Hierbei können die Kupplungen zwischen der Antriebswelle und den Getriebeeingangswellen geöffnet werden und von der Elektromaschine kann der Fahrsituation entsprechend über ein zwischen der Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle wirksames ausgewähltes Zahnradpaar Drehmoment auf das zumindest eine Antriebsrad übertragen. Weiterhin kann das Verfahren vorsehen, die Antriebseinheit

zum Betrieb des Kraftfahrzeuges durch die erste Elektromaschine in der Weise zu unterstützen, dass bei einem Kraftfluß von der Antriebswelle über die Getriebeeingangswelle, die mit der ersten Elektromaschine koppelbar ist, zur Getriebeausgangswelle die erste Elektromaschine direkt auf die Getriebeeingangswelle einwirkt und bei einem Kraftfluß über die Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine die Kupplung zwischen der Antriebswelle und der Getriebeeingangswelle mit der Elektromaschine geöffnet wird und das von der Elektromaschine eingetragene Drehmoment über ein in Abhängigkeit von der Fahrsituation ausgewähltes Zahnradpaar auf die Getriebeausgangswelle übertragen wird. Weiterhin kann es bei einer Getriebeanordnung mit zwischen den Getriebeeingangswellen schaltbarer Elektromaschine von besonderem Vorteil sein, die Elektromaschine der Getriebeeingangswelle, die gerade kein Moment von der Kurbelwelle zur Getriebeausgangswelle überträgt, zuzuschalten und mittels eines der auf dieser Getriebeeingangswelle angeordneten Gänge bei für den Wirkungsgrad optimaler Übersetzung zu betreiben.

[0051] Nach einem weiteren erfinderischen Gedanken kann für ein Fahrzeug mit dem erfindungsgemäßen Doppelkupplungsgetriebe ein Kriechen, das heißt langsames Vorwärtsbewegen des Fahrzeugs aus dem Stand, beispielsweise im Stau oder beim Stop-and-Go-Verkehr oder ähnlichen Verkehrssituationen vorteilhaft sein. Ausgangssituation kann hierbei ein Fahrzeug bei einer ausgewählten Fahrstufe mit eingelegtem Gang und getretener Bremse sein, wobei die Brennkraftmaschine außer Betrieb ist. Nach dem erfinderischen Gedanken kann nun unterschieden werden, ob das Fahrzeug im Kriechmodus betrieben oder schnell beschleunigt werden soll. Dabei kann der Startvorgang für die Brennkraftmaschine entweder abhängig vom Lösen der Bremse und/oder durch Anzeigen eines Fahrwunsches, beispielsweise durch Signalisieren einer Lastanforderung an die Brennkraftmaschine wie Betätigen Fahrpedals wie Gaspedals einzuleiten. Hierbei kann verglichen mit einer ausschließlichen Auswertung des Fahrpedals wie Gaspedals Zeit gespart werden und die Brennkraftmaschine früher gestartet werden. Weiterhin kann bei schnellem Lösen der Bremse und schnellem Betätigen des Gaspedals ein Kriechen des Fahrzeugs ausgeschlossen werden und sofort beschleunigt werden, während bei einem langsamen Lösen des Bremspedals ein Kriechvorgang eingeleitet werden kann. Hierzu können in Abhängigkeit von dem Verhalten des Fahrers folgende Fälle mit den jeweils folgenden Verfahrensschritten unterschieden werden:

a) Lösen des Bremspedals, keine Betätigung des Gaspedals nach einer Stopphase:

- über die Kupplung zwischen der Getriebeeingangswelle mit der Elektromaschine und der Kurbelwelle wird das zur Verfügung stehende Drehmoment der Elektromaschine übertragen;
- bei einem zwischen der anderen Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle wird gleichzeitig über einen Gang mit niedriger Übersetzung, beispielsweise dem Gang mit der kleinsten Übersetzung, ein Drehmoment bei schlupfender Kupplung zwischen dieser Getriebeeingangswelle und der Kurbelwelle ein zum Kriechen des Fahrzeugs ausreichendes Drehmoment auf die Getriebeausgangswelle übertragen;
- nach dem Start der Brennkraftmaschine liefert die Brennkraftmaschine das Kriechmoment und die Elektromaschine wird abgeschaltet.

[0052] Das übertragene Drehmoment an der Kupplung

zwischen der Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine und der Kurbelwelle kann zur Erzielung eines schnelleren Starts der Brennkraftmaschine gegebenenfalls bis auf Null reduziert werden.

b) der Fahrer betätigt das Fahrpedal;

- bei gelöster Bremse und geöffneter Kupplung zwischen der Getriebeeingangswelle mit der Elektromaschine und bei einem geschalteten niedrigen Gang zwischen dieser Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle wird das Kriechmoment mittels der Elektromaschine erzeugt und an die Antriebsräder geleitet,
- nach Betätigung des Gaspedals wird der eingelegte Gang deaktiviert;
- die Kupplung zwischen Kurbelwelle und Getriebeeingangswelle mit Elektromaschine wird geschlossen;
- ein niedrig übersetzter Gang zwischen Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine und Getriebeausgangswelle wird eingelegt;
- die Brennkraftmaschine wird mittels der Elektromaschine gestartet;
- die Kupplung zwischen der Kurbelwelle und der Getriebeeingangswelle mit der Elektromaschine wird nach dem Start geöffnet, die andere Kupplung geschlossen und das Fahrzeug angefahren.

[0053] Es versteht sich, dass auch hier entsprechend der unter a) gemachten Aussagen auch hier die nach dem Start zu schließende Kupplung auf ein definiertes Kriechmoment eingestellt sein kann.

[0054] Hierzu vorteilhaft steht die Kupplung zwischen Getriebeeingangswelle mit Elektromaschine und der Kurbelwelle vor dem Tastpunkt, um die Einrückzeit dieser zu verkürzen.

[0055] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten insbesondere zur Erhöhung des Schaltkomforts und -dynamik, beispielsweise bei Doppel- und/oder Dreifachhoch- und/oder -rückschaltungen ohne Zugkrafteinbruch kann die Integration weiterer beziehungsweise die Teilung bestehender Getriebeeingangswellen oder Nebenwellen mit zusätzlichen Gangradpaaren sein.

[0056] Einen weiteren vorteilhaften Schaltablauf sieht der erfinderische Gedanke in der Weise vor, während eines Schaltvorgangs zwischen einem ersten Gang, beispielsweise dem Gang II auf einer ersten Getriebeeingangswelle und einem gegenüber dem ersten Gang höher übersetzenden zweiten Gang, beispielsweise Gang III auf einer zweiten Getriebeeingangswelle die Kupplung zwischen der Kurbelwelle und der ersten Getriebeeingangswelle solange ein Drehmoment auf die mit der Kupplung wirkverbundene Elektromaschine überträgt, bis die Kurbelwelle annähernd die Drehzahl zum ruckfreien Betrieb für den zweiten Gang aufweist. Auf diese Weise kann auf nachteilige Drehzahlangleichungen der Brennkraftmaschine verzichtet werden, beispielsweise indem - verbunden mit verkürzter Lebensdauer des Katalysators wegen einer erhöhten Konzentration unverbrannter Kohlenwasserstoffe - die Last der Brennkraftmaschine durch eine Verstellung des Zündwinkels reduziert wird. Der Vorteil der Elektromaschine gegenüber diesen Verfahren ist insbesondere deren deutlich bessere Regelbarkeit und hohe Dynamik, so dass die Beschleunigungsgradienten an der Abtriebswelle gering gehalten werden können und ein höheres Komfortgefühl bei der Schaltung entsteht. Weiterhin kann der Energieeintrag in die Kupplungen reduziert werden, was eine erhöhte Lebensdauer und einen

niedrigeren Kraftstoffverbrauch zur Folge hat.

[0057] Die Erfindung wird anhand der Fig. 1 bis 35b näher erläutert. Dabei zeigen:

[0058] Fig. 1 bis 10 vorteilhafte Ausführungsbeispiele eines Doppelkupplungsgetriebes mit einer Brennkraftmaschine und einer Elektromaschine in schematischer Darstellung sowie Details hierzu,

[0059] Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Doppelkupplungsgetriebes mit zwei Elektromaschinen,

[0060] Fig. 12 und 13 Diagramme zur drehzahlabhängigen Leistung von Elektromaschinen,

[0061] Fig. 14 bis 18 Momentenverläufe von erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen über die Schaltzeit zwischen zwei Gängen,

[0062] Fig. 19 ein Ablaufprogramm für die Beendigung eines Rekuperationsvorganges,

[0063] Fig. 20 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Doppelkupplungsgetriebes,

[0064] Fig. 21 und 22 vorteilhafte Ausführungsbeispiele eines Doppelkupplungsgetriebes nach dem erfinderischen Gedanken in schematischer Darstellung

[0065] Fig. 23 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Endbetätigungsmechanismus für das Doppelkupplungsgetriebe der Fig. 2,

[0066] Fig. 24a ein Fahrzeug mit automatisiert betätigbarer Kupplung und Getriebe,

[0067] Fig. 24b ein Fahrzeug mit verzweigtem Antriebsstrang,

[0068] Fig. 25 Endausgangsmechanismen mit Endbetätigungsmechanismus,

[0069] Fig. 26a Wirkungsweise eines Nebenbetätigungselements,

[0070] Fig. 26b Wirkungsweise eines Nebenbetätigungselements,

[0071] Fig. 26c Wirkungsweise eines Nebenbetätigungselements,

[0072] Fig. 26d Wirkungsweise eines Nebenbetätigungselements,

[0073] Fig. 27 ein Diagramm bezüglich des Schaltwellendrehwinkels und der Kupplungsmuffenbewegung,

[0074] Fig. 28a eine Anordnung eines Hauptbetätigungselementes und eines Nebenbetätigungselements auf einer Schaltwelle,

[0075] Fig. 28b eine Anordnung eines Hauptbetätigungselementes und eines Nebenbetätigungselements auf einer Schaltwelle,

[0076] Fig. 29a eine Anordnung eines Hauptbetätigungselementes und zweier besonders breiter Nebenbetätigungselemente zur Betätigung von zwei Endausgangsmechanismen zugleich,

[0077] Fig. 29b eine Anordnung eines Hauptbetätigungselementes und zweier besonders breiter Nebenbetätigungselemente zur Betätigung von zwei Endausgangsmechanismen zugleich,

[0078] Fig. 30 Ausgestaltungen von Nebenbetätigungselementen,

[0079] Fig. 31 Schaltwellenposition und H-Schalbild,

[0080] Fig. 32 Schaltwellenposition und H-Schalbild mit breitem Nebenbetätigungselement,

[0081] Fig. 33a eine beispielhafte Ausgestaltung der Erfindung zur Anwendung bei einem herkömmlichen Handschaltgetriebe,

[0082] Fig. 33b Hülse des Betätigungselementes,

[0083] Fig. 34a eine beispielhafte Ausgestaltung der Erfindung zur Anwendung bei einem automatisierten Schaltgetriebe,

[0084] Fig. 34b ein Seitenelement,

[0085] Fig. 34c ein buchenförmiges Element,

[0086] Fig. 35a eine beispielhafte Ausgestaltung der Erfindung zur Anwendung bei einem Doppelkupplungsgetriebe und

[0087] Fig. 35b ein Seitenelement.

[0088] Die Fig. 1 bis 10 zeigen in schematischer Darstellungsweise verschiedene, nicht einschränkend aufzufassende Ausführungsbeispiele von Doppelkupplungsgetrieben 1a bis 1m. Die Doppelkupplungsgetriebe 1a bis 1m enthalten jeweils zwei Getriebewellen 2a, 2b sowie zumindest eine Ausgangswelle 3 beziehungsweise 3a, 3b in Fig. 2a, die über ein Differential, eine Leistungsverzweigung wie Viskokupplung, Leistungsverzweigungsgetriebe und/oder dergleichen mit zumindest einem Antriebsrad, vorzugsweise zwei beziehungsweise vier Antriebsrädern antriebsmäßig verbunden ist und damit das Antriebsmoment auf das zumindest eine Antriebsrad zur Fortbewegung des Fahrzeugs überträgt, wobei ein von den Rädern zum Zwecke der Rekuperation eingetragenes Schubmoment auch in umgekehrter Drehmomentrichtung in das Getriebe eingetragen werden kann. Zwischen der von einer Brennkraftmaschine angetriebenen Kurbelwelle 4 und den Getriebeeingangswellen 2a, 2b ist jeweils eine Reibungskupplung 5, 6 vorgesehen, die die entsprechende Getriebeeingangswelle 2a, 2b von der Kurbelwelle 4 abkoppelbar vorsieht. Im Verlauf des Drehmoments zwischen der Kurbelwelle 4 und den Kupplungen 5, 6 kann optional jeweils eine Dämpfungseinrichtung zur Dämpfung von Torsionsschwingungen und/oder Axial- oder Taumelschwingungen vorgesehen sein, beispielsweise ein zwischen zwei Kurbelwellenstäben 4, 4a angeordnetes Zweimassenschwungrad 7a oder ein Torsionsschwingungsdämpfer 7b in einer Kupplungsscheibe. Es versteht sich, daß das Zweimassenschwungrad – wie an sich bekannt – in zumindest eine vorzugsweise beide Kupplungen 5, 6 integriert sein kann, wobei in einer bevorzugten Ausführungsform ein Zweimassenschwungrad mit Doppelkupplung, wie in den Fig. 5, 8, 9, 10 als Zweimassenschwungrad mit Doppelkupplung 7c besonders vorteilhaft sein kann. Die Kupplungen 5, 6 sind vorzugsweise als Reibungskupplungen mit jeweils einer Anpreßplatte und einer mit dieser axial verlagerten, drehfest verbundenen Druckplatte gebildet. Es können in besonderen Anwendungsfällen auch Nasskupplungen, beispielsweise in Lamellenbauweise oder ähnlich Wandlerüberbrückungskupplungen von Drehmomentwandlern, vorteilhaft sein, die in das Getriebe integriert sein können. Es versteht sich, dass hierbei alle Vorteile bezüglich des Aufbaus von Wandlerüberbrückungskupplungen wie beispielsweise profilierte Reibbeläge, Kolbensteuerungen für den die Wandlerüberbrückungskupplung ansteuernden Kolben, Reibbelagskühlung und dergleichen vorteilhaft sein können. Bei Verwendung von Reibungskupplungen sind axial zwischen Druckplatte und Anpreßplatte Reibbeläge vorgesehen, die an einer dreh-schlüssig mit der jeweiligen Getriebeeingangswelle 2a, 2b in Verbindung stehenden Kupplungsscheibe befestigt sind. Der Reibeingriff zwischen Druckplatte und Anpreßplatte einerseits und den Reibbelägen andererseits wird vorzugsweise durch einen axial verlagerten, Anpreßplatte und Druckplatte axial verspannenden Energiespeicher beispielsweise eine Tellerfeder vorgesehen, die durch eine Ausrückvorrichtung vorzugsweise axial betätigt wird, wobei die Vorspannung zwischen der Anpreßplatte, den Reibbelägen und der Druckplatte bei ausgerückter Kupplung und damit ein Reibschluss zwischen Kurbelwelle 4 und Getriebeeingangswelle 2a, 2b aufgehoben wird. Es versteht sich, daß bei Verwendung einer Doppelkupplung 7c eine Anpreßplatte für beide Kupplungen 5, 6 vorgesehen werden kann, sowie eine Ausrückvorrichtung beide Kupplungen betätigen kann und zwischen eingerückter und ausgerückter Kupplung schlupfende Kupplungszu-

stände mit einem verminderten übertragbaren Drehmoment einstellbar sind. Bezüglich einer einzusetzenden Doppelkupplung 7c kann weiterhin eine selbstnachstellende Kupplung vorgesehen sein, die in der DE 100 17 815.4, die hiermit voll inhaltlich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist, näher erläutert und beschrieben ist.

[0089] Die zumindest eine Ausrückvorrichtung kann automatisch mittels eines Aktors betätigt werden. Der Aktor kann hierbei elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder in einer Kombination dieser wirksam sein, wobei beispielsweise ein elektrischer Aktor einen Geberzylinder beaufschlagen kann, der den Betätigungsimpuls über eine hydraulische Strecke auf einen Nehmerzylinder überträgt, der die Tellerfeder axial unter Zwischenschaltung eines Ausrücklagers axial verlagert. Weiterhin kann ein elektrischer Aktor als Drehantrieb für einen Axialantrieb direkt um die Getriebeeingangswelle 2a, 2b angeordnet sein, wobei ein oder zwei, beispielsweise ineinander geschachtelte Axialantriebe die Kupplungen 5, 6 betätigen können.

[0090] Zwischen den Getriebeeingangswellen 2a, 2b und der Getriebeausgangswelle 3 sind die Gangstufen I, II, III, IV, V, VI, R zur Bildung eines Getriebes 1a bis 1k mit hier sechs Vorwärtsgang und einem Rückwärtsgang vorgesehen, wobei diese bezüglich ihrer Übersetzung alternierend auf den Getriebeeingangswellen 2a, 2b angeordnet sind. Der Rückwärtsgang R ist in den gezeigten Ausführungsbeispielen 1a bis 1k auf der Getriebeeingangswelle 2b angeordnet. Daraus resultiert ein Schalten der Gänge in der Weise, dass beispielsweise auf der Getriebeeingangswelle 2b ein Gang I eingelegt und die Kupplung 6 geschlossen und bei geöffneter Kupplung 5 während des Antriebs des Fahrzeugs über die Getriebeeingangswelle 2b und die Getriebeausgangswelle(n) 3, 3a, 3b mit dem Gang I der nächst folgende Gang II bereits eingelegt werden kann und im Moment der Schaltung ohne Zugkraftunterbrechung nur die Kupplung 5 geschlossen und die Kupplung 6 geöffnet wird. Hierbei können beispielsweise zur Erhöhung des Fahrkomforts die Kupplungen 5, 6 überschneidend geschaltet werden, das heißt, dass in einem Betriebsbereich beide Kupplungen 5, 6 in schlupfender Betriebsweise Drehmoment von der Brennkraftmaschine auf die Getriebeausgangswelle 3 übertragen. Weitere vorteilhafte Getriebestrukturen eines Doppelkupplungsgetriebes sind in der DE 100 25 878.6 beschrieben, die hiermit voll inhaltlich in diese Anmeldung aufgenommen ist.

[0091] Nach dem erfinderischen Gedanken ist mit der Getriebeeingangswelle 2a eine Elektromaschine 10 antriebsmäßig verbunden oder um diese mit dieser verbindbar angeordnet. In den gezeigten Ausführungsbeispielen ist der Rotor 9 mit der Rotorwelle 9a radial innerhalb des Stators 11, der gehäusefest mit dem Getriebegehäuse oder einem anderen feststehenden Bauteil verbunden ist, angeordnet.

[0092] Die Ausführungsbeispiele der Doppelkupplungsgetriebe 1a bis 1k der Fig. 1 bis 10 unterscheiden sich untereinander im wesentlichen durch die unterschiedliche Anordnung der Elektromaschine 10, der Anordnung der Gänge I–VI, R und sich daraus ergebenden teilweise unterschiedlichen Betriebsweisen. Nachfolgend sind die unterschiedlichen Doppelkupplungsgetriebe 1a bis 1k näher erläutert.

[0093] Fig. 1 zeigt ein Doppelkupplungsgetriebe 1a mit einem zwischen den Kurbelwellensträngen 4, 4a vorgesehenen Zweimassenschwungrad 7a. In der schematischen Darstellungsweise teilt sich der Kurbelwellenstrang 4a – wie hier gezeigt – über eine einen Formschluss bildenden Verbindung wie Zahnradverbindung mit einem zur Kurbelwellenstrang 4a koaxialen Zahnrad 4b und zwei mit diesem kämmenden Zahnradern 4c, 4d, die jeweils koaxial auf einem Eingangsstrang 4e, 4f für die Kupplungen 5, 6 der Ge-

triebeeingangswellen 2a, 2b angeordnet sind, wobei zwischen den Zahnradern 4b, 4c beziehungsweise 4b, 4d die Übersetzung  $i = 1$  oder eine von  $i = 1$  unterschiedliche Übersetzung eingestellt sein kann und auch die Übersetzungen  $i$  zwischen den Zahnradern 4b, 4c und den Zahnradern 4b, 4d unterschiedlich und damit eine unterschiedliche Übersetzungs- beziehungsweise Untersetzung zwischen den Getriebeeingangswellen 2a, 2b vorgesehen sein kann. Es versteht sich, dass die hier gezeigte Anordnung der Wellen 2a, 2b, 3 in einer Ebene nicht für alle Getriebe dieser Art vorteilhaft sein muß, sondern vielmehr die Wellen in einer räumlichen Anordnung zueinander einen geringeren Bauraum benötigen können. Weiterhin können die Getriebeeingangswellen 2a, 2b als umeinander angeordnete Wellen ausgeführt sein, wobei eine Getriebeeingangswelle 2a, 2b als Hohlwelle ausgestaltet ist, in der die andere geführt ist. Die beiden Kupplungen 5, 6 trennen die Getriebeeingangswellen 2a, 2b von der Kurbelwelle 4 und unterbinden in ausgerücktem Zustand damit den Drehmomentanschluss zur und von der Brennkraftmaschine.

[0094] Auf der Getriebeeingangswelle 2b sind die Losräder 12, 13, 14, 15 zur Bildung der Gänge I, III, V, R drehbar von der Kupplung 6 beginnend mit der kleinsten Übersetzung (Gang I) mit steigender Übersetzung angeordnet und mittels der Schalmuffen oder Schiebbehülsen 16, 17, die jeweils zwei Gänge I, III beziehungsweise V, R schalten, indem sie jeweils eines der Losräder 12, 13 beziehungsweise 14, 15 in an sich bekannter Weise mit der Getriebeeingangswelle 2b drehfest verbinden oder in einer Neutralstellung, in der kein Gang geschaltet wird, positioniert sind. Die Losräder 12, 13, 14, 15 kämmen zur Bildung der Übersetzungen der Gänge I, III, V, R mit jeweils einem auf der Abtriebswelle 3 drehfest angeordneten Festrad 18, 19, 20, 21, wobei zur Bildung des Rückwärtsganges R zwischen dem Festrad 21 und dem Losrad 15 ein Reversierad 22 mit beiden kämmt. Die Schalmuffen 16, 17 verfügen für die auf der Getriebeeingangswelle 2b angeordneten ungeraden Gänge I, III, V mit Rückwärtsgang R, wobei der Gang I die kleinste Übersetzung aufweist und als Underdrive bezeichnet werden kann, jeweils über eine Synchronisationseinrichtung 23, 24, 25, 26 wie Synchronring, die in an sich bekannter Weise ausgeführt sein kann.

[0095] Mit der Getriebeeingangswelle 2a ist an dem der Kupplung 5 entgegengesetzten Ende dieser die Elektromaschine 10 über deren Rotorwelle 9a über einen Formschluss in Umfangsrichtung verbunden, beispielsweise angeflanscht, axial verzahnt oder dergleichen. Hierbei kann die Elektromaschine 10 außerhalb des Getriebegehäuses angeordnet sein, wobei die Rotorwelle 9a oder die nach außen geführte Getriebeeingangswelle 2a gegen das Gehäuse abgedichtet ist. Alternativ kann die Elektromaschine 10 im Getriebegehäuse untergebracht sein, wobei es vorteilhaft sein kann, diese separat zu kapseln.

[0096] Weiterhin sind auf der Getriebeeingangswelle 2a die geraden Gänge II, IV, VI angeordnet, wobei der Gang II bezüglich seiner Übersetzung zwischen Gang I und Gang III, Gang IV zwischen Gang III und Gang V und der Gang VI als Overdrive mit der größten Übersetzung ausgelegt ist. Zur Bildung der Gänge II, IV, VI sind auf der Getriebeeingangswelle 2a die Losräder 27, 28, 29 verdrehbar angeordnet und mittels der Schalmuffen 30, 31 mit der Getriebeeingangswelle 2a drehfest verbindbar, wobei die Schalmuffe 30 wahlweise einen der beiden Gänge II oder IV schalten oder in Neutralstellung, in der keiner der beiden Gänge II, IV geschaltet ist, stehen kann und die Schalmuffe 31 den am höchsten übersetzten Gang VI schaltet oder in Neutralstellung positioniert ist. Die Losräder 27, 28, 29 kämmen mit denselben Festrädern 18, 19, 20 wie die Losräder 12, 13,

14 der Getriebeeingangswelle 2b. Die Gänge II, IV, VI können in derselben Weise wie die Gänge I, III, IV der Getriebeeingangswelle 2b mittels nicht dargestellter Synchronisationseinrichtungen synchronisiert sein. Alternativ können diese weggelassen werden, wobei eine Synchronisation der Losräder 27, 28, 29, die über die Festräder 18, 19, 20 an die Drehzahl der Getriebeausgangswelle 3 gekoppelt sind, über die Elektromaschine 10 erfolgt, die die Getriebeeingangswelle 2a hierzu zum Erzielen der Synchronisationsdrehzahl antreibt oder bremst.

[0097] Die Schaltmuffen 16, 17, 30, 31 werden über entsprechende – nicht dargestellte – Schaltgabeln betätigt, die diese entlang der Getriebeeingangswellen 2a, 2b axial verschieben. Die Betätigung der Schaltgabeln erfolgt dabei automatisiert mittels eines oder mehrerer ebenfalls nicht dargestellter Aktoren, beispielsweise über eine entsprechende Kinematik ansteuernde Elektromotoren und/oder elektrische, hydraulische und/oder pneumatische Ventile. Dabei kann es vorteilhaft sein, nicht für jede Schiebehülse einen Aktor sondern einen Aktor für die Wählbewegung zur Auswahl jeweils einer Schaltgabel für eine Schiebehülse 30, 31 beziehungsweise 16, 17 und einen weiteren Aktor für die Schaltbewegung der ausgewählten Schaltgabel und damit der Schaltmuffe vorzusehen, so dass zur kompletten Beschaltung des Getriebes 1a vier Aktoren, jeweils zwei Wählaktoren und zwei Schaltaktoren verwendet werden. Vorteilhaft kann weiterhin sein, die beiden Wählaktoren und die beiden Schaltaktoren zu jeweils einem Aktor zusammenzufassen, wobei der erfinderischen Gedanke darin besteht, auf der einen Getriebeeingangswelle 2a, 2b einen Gang einzulegen, ohne auf der anderen Getriebeeingangswelle 2b, 2a einen eingelegten Gang wieder herauszunehmen, der ebenfalls in derselben Schalt- und Wählanordnung aktiviert wird. Eine derartige Anordnung von Aktoren mit der entsprechenden Kinematik ist in der DE 100 20 821.5 näher erläutert und beschrieben, die hiermit voll inhaltlich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist. Ein weiteres vorteilhaftes Ausgestaltungsbeispiel kann eine Axialantrieb mit einem elektrischen Drehantrieb sein, der jeweils um die Schaltmuffen 16, 17, 30, 31 angeordnet ist und daher keine weiteren Vorrichtungen zur Bewegungsübertragung wie Gestänge und dergleichen benötigt. Ein derartiger Axialantrieb ist unter der Fig. 23 der deutschen Anmeldung mit dem Aktenzeichen DE 100 15 205.8 beschrieben, die voll inhaltlich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist.

[0098] Die Funktionsweise des Doppelkupplungsgetriebes 1a wird anhand typischer Betriebsweisen wie Kaltstart und Warmstart der Brennkraftmaschine, typischer Hochschaltvorgang, typischer Rückschaltvorgang, Hoch- und Rückschaltvorgang von auf einer Getriebeeingangswelle 2a, 2b angeordneten Gängen, Unterstützungsfunktion des Antriebs durch die Elektromaschine 10, alleiniges Fahren mit der Elektromaschine 10, Generatorfunktion der Elektromaschine 10, Rekuperation beispielhaft erläutert.

[0099] Der Kaltstart, beispielsweise bei Außentemperaturen unter 0°C, kann bei diesem Ausführungsbeispiel über einen Impulsstart erfolgen. Hierzu sind bei einem Fahrwunsch in Vorwärtsrichtung anfangs beide Kupplungen 5, 6 geöffnet und die Schiebehülsen 17, 30, 31 in Neutralstellung. Die Schaltmuffe 16 verbindet das Losrad 12 des Ganges I drehfest mit der Getriebeeingangswelle 2b, der erste Gang, also Gang I ist eingelegt. Die Elektromaschine 10 wird bestromt und erreicht die vorgegebene Impulsdrehzahl, beispielsweise 2000 bis 6500 U/min. Die Impulsdrehzahl kann dabei in Abhängigkeit von Motorkenndaten wie beispielsweise Verdichtung, Hubraum, Zylinderzahl und/oder dergleichen, Außentemperatur, Öltemperatur, der Ruhezeit des Fahrzeugs, der Viskosität des Motor- und/oder des Getriebeöls

und/oder dergleichen variabel oder werksseitig fest eingestellt werden. Die Kupplung 5 wird geschlossen und die Brennkraftmaschine gestartet. Unmittelbar nach dem Start wird die Kupplung 6 geschlossen und das Fahrzeug fährt an.

Die Elektromaschine 10 wird anschließend als Generator betrieben, die dabei erzeugte elektrische Energie wird an einen elektrischen Energiespeicher wie einen Akkumulator, eine Hochstrombatterie, einen Hochleistungskondensator und/oder dergleichen abgegeben. Vorteilhaft können Kombinationen dieser mit entsprechender Leistungselektronik sein, die darauf ausgelegt sind, sowohl besonders effektiv elektrische Energie längere Zeit zu speichern und in einem Kurzzeitspeicher schnell hohe Energiedichten mit hohem Wirkungsgrad aufzunehmen und auch wieder schnell abzugeben. Hierzu eignen sich insbesondere Energiespeichermethoden, die physikalische Energieeffekte wie Ladungsverteilungen, den Aufbau elektromagnetischer Felder und dergleichen benutzen, während für eine Langzeitspeicherung elektrischer Energie insbesondere über elektrochemische Stoffumwandlungen wie Akkumulatoren, Batterien oder dergleichen vorteilhaft genutzt werden kann, wobei über entsprechende, beispielsweise diodenartige Schaltungen ein Energieaustausch bei unterschiedlichen Ladungszuständen, Spannungen kontrolliert oder ausgeschlossen wird.

[0100] Ein Warnstart der Brennkraftmaschine in betriebswarmen Zustand oder bei Außentemperaturen beispielsweise über 0°C kann ein Beschleunigen der Elektromaschine 10 auf Impulsdrehzahl entfallen und bei geschlossener Kupplung 5 direkt gestartet werden. Dadurch kann ein wesentlich schnellerer Start der Brennkraftmaschine erzielt werden. Es versteht sich, dass die Elektromaschine 10 bei stärkerer Auslegung, beispielsweise je nach Größe der Brennkraftmaschine bei einem Drehmoment von 100 Nm bis 250 Nm ebenfalls auf einen Impulsstart verzichtet werden kann, wobei sich für den effizienten Gebrauch der Elektromaschine 10 als Startergenerator mit Nutzung der Rekuperation sowie unterstützenden und kurzzeitigen alleinigen Betrieb des Fahrzeugs eine Auslegung des Drehmoments in Abhängigkeit von der Fahrzeuggröße und -gewicht zwischen 80 und 200 Nm als besonders vorteilhaft erwiesen hat.

[0101] Sobald das Fahrzeug beispielsweise in Gang I angefahren ist, wird die Kupplung 5 geöffnet und mittels der Schaltmuffe 30 Gang II eingelegt. Zur Aktivierung des Ganges bei einer entsprechenden Fahrsituation, beispielsweise bei Erreichen einer bestimmten Drehzahl der Brennkraftmaschine, wird Kupplung 5 geschlossen und Kupplung 6 geöffnet. In gleicher Weise werden die folgenden Gänge III bis VI geschaltet, indem der nächst folgende Gang bei geöffneter Kupplung 5 oder 6 bereits eingelegt und dann durch einen Drehmomentwechsel von einer Getriebeeingangswelle auf die andere durch Öffnen der einen und Schließen der anderen Kupplung 5, 6 aktiviert wird. In umgekehrter Reihenfolge wird zurückgeschaltet. Die Wahl des nächstfolgenden Ganges kann durch Auswertung der Fahrsituation wie beispielsweise der Geschwindigkeit, der Beschleunigung, der Richtung der Beschleunigung, der Drehzahlen der Getriebeeingangswellen, der Getriebeausgangswelle, der Antriebsräder, der nicht angetriebenen Räder, der Querschleunigung, dem Kraftstoffverbrauch, der Gaspedalstellung, der Beladung des Fahrzeugs, einer Anhängelast und/oder ähnlichen Parametern erfolgen. Hierzu kann es vorteilhaft sein, ein Steuergerät für das Getriebe 1a in ein Gesamtsteuergerät des Fahrzeugs zu integrieren oder mit diesem zu vernetzen und die Meßparameter und Kennlinien weiterer Fahrzeugkomponenten wie Sensorsignale, Kennlinien der Brennkraftmaschine, von Nebenaggregaten, Bremsanlage, Kraftstoffversorgungseinrichtung und/oder

dergleichen auszuwerten.

[0102] In bestimmten Fahrsituationen kann es vorteilhaft sein Vor- und Rückschaltungen vorzunehmen, bei denen ein momentan benutzter und ein Zielgang, in den geschaltet werden soll, auf der gleichen Getriebeeingangswelle, beispielsweise der Getriebeeingangswelle 2a angeordnet sind, wie bei einer Schaltung von Gang II nach Gang IV, von Gang IV nach Gang VI. Hierzu wird beispielhaft die Schaltung von Gang II nach Gang IV auf der Getriebeeingangswelle 2a näher erläutert. Nach einer Beschleunigung des Fahrzeugs im Gang II wird die Kupplung 5 geöffnet und zwischenzeitlich die Kupplung 6 mit eingelegtem Gang III geschlossen, wodurch die Drehzahl der Brennkraftmaschine an den Gang III angepasst werden kann und sich dadurch senkt. Hierbei muß die Getriebeeingangswelle 2a, die im Extremfall mit Nenndrehzahl der Brennkraftmaschine drehen kann, auf die neue Synchrondrehzahl für den Gang IV abgebremst werden. Um gegebenenfalls vorhandene Synchronringe nicht überdimensioniert auslegen zu müssen beziehungsweise bei vorgesehener Synchronisation durch die Elektromaschine 10 lange Synchronisationszeiten wegen der bei diesen Drehzahlen nur mit schlechtem Wirkungsgrad arbeitenden Elektromaschine 10 zu vermeiden, kann die Synchronisation durch Abbremsen der Getriebeeingangswelle 2a durch kurzzeitiges Schließen der Kupplung 5 erfolgen, wobei das Bremsmoment der Getriebeeingangswelle 2a durch das Moment der Brennkraftmaschine bereitgestellt wird. Den Momentenverlauf über die Zeit während dieses Schaltvorgangs zeigt das in Fig. 14 dargestellte Diagramm mit den Momentenverläufen 150 der Getriebeausgangswelle 3, 151 der Brennkraftmaschine an der Getriebeeingangswelle 2a, 152 an der Kupplung 5 und 153 der Elektromaschine 10. Zwischen den Zeitpunkten A und B wird die Schaltmuffe 30 des Gangs II bei geöffneter Kupplung 5 lastfrei gelöst, im Bereich zwischen den Zeitpunkten B und C wird das Moment 152 der Brennkraftmaschine in dem Maße abgeschwächt, wie ein Bremsmoment 152 an der Kupplung 5 aufgebaut und damit die Getriebeeingangswelle 2a auf eine vorgegebene Drehzahl abgebremst. Zur weiteren Synchronisation wird mittels der Elektromaschine 10 ein Bremsmoment 153 im Bereich zwischen den Zeitpunkten D und E aufgebaut, bis die Synchrondrehzahl erreicht wird, so dass im Zeitintervall D-E die Schaltmuffe 30 für den Gang IV wieder lastfrei geschlossen werden kann. Anschließend wird die Kupplung 5 wieder geschlossen und die Elektromaschine 10 gegebenenfalls wieder als Generator betrieben. Der Momentenverlauf 150 der Getriebeausgangswelle 3 bleibt während des Schaltvorgangs durch den konstanten Momenteneintrag der Brennkraftmaschine über die geschlossenen Kupplung 6 und den geschalteten Gang III konstant, so dass die Schaltung, die vorteilhafterweise kleiner als 1 Sekunde, vorzugsweise kleiner 0,7 Sekunden dauert, im wesentlichen lastschaltend erfolgt. Das hierzu korrespondierende Drehzahl-Zeit-Verhalten während dieser Schaltung von Gang II nach Gang IV ist in dem Diagramm der Fig. 15 mit den Drehzahlen 160 der Getriebeausgangswelle 3, 161 der Brennkraftmaschine, 162 des Losrades 28 für den Gang IV und 163 der Elektromaschine 10 über die Zeit dargestellt. Im Zeitintervall A-B dreht die Elektromaschine 10 und damit die Getriebeeingangswelle 2a mit der Drehzahl, bei der die Schaltmuffe 30 gelöst wurde und wird durch das eingetragene Moment der Brennkraftmaschine durch Schließen der Kupplung 5 im Zeitintervall C-D abgebremst. Das Losrad 28 wird durch die steigende Drehzahl 160 der Brennkraftmaschine, die die Getriebeausgangswelle 3 antreibt, ebenfalls mit steigender, entsprechend der Übersetzung zwischen dem Festrad 19 und dem Losrad 28 mit verminderter Drehzahl 162 angetrieben, so dass die fallende

Drehzahl 163 der Elektromaschine 10, die hierzu ein Bremsmoment für die Getriebeeingangswelle 2a generiert, und die Drehzahl 162 des Losrades 28 sich im Bereich des Zeitpunkts D der Synchrondrehzahl nähern und anschließend im Zeitintervall D-E die Schaltmuffe 30 den Gang IV einlegen kann.

[0103] Bei einer Rückschaltung von einem aktivierten Gang in einen Gang auf derselben Getriebeeingangswelle, beispielsweise auf der Getriebeeingangswelle 2a, das heißt von Gang VI auf Gang IV oder von Gang IV auf Gang II, beispielsweise wenn das Fahrzeug mit niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine gefahren wird und eine schnelle Beschleunigung vom Fahrer gewünscht wird, beispielsweise über eine Kick-Down-Betätigung des Fahrpedals, wird das Antriebsmoment zur Zugkraftauffüllung über die Getriebeeingangswelle 2b geführt. Am Beispiel einer Rückschaltung von Gang IV nach Gang II soll die Vorgehensweise für diesen Schaltmodus näher erläutert werden. Nach der Lastanforderung wird zuerst die Brennkraftmaschine auf Vollast beschleunigt und die Kupplung 5 nur kurzzeitig zum lastfreien Ausrücken der Schiebehülse 30 geöffnet und dann wieder teilweise geschlossen, das heißt schlupfend betrieben, so dass nur ein Teil des von der Brennkraftmaschine bereitgestellten Drehmoments in die Kupplung 5 und dadurch in die Getriebeeingangswelle 2a eingeleitet wird. Die Kupplung 5 kann dabei so angesteuert werden, dass nur ein vorgegebenes Moment auf die Getriebeeingangswelle 2a übertragen wird. Als zumindest eine Meßgröße zur Steuerung der Kupplung 5 kann hierbei zumindest eine Drehzahl der Kurbelwelle 4, der Getriebeeingangswellen 2a, 2b und/oder der Getriebeausgangswelle 3 dienen. Durch den begrenzten Drehmomenteintrag erhöht die Brennkraftmaschine ihre Drehzahl, wodurch diese die Synchrondrehzahl für den Gang III auf der Getriebeeingangswelle 2a erreicht.

[0104] Die Kupplung 6 wird zuerst teilweise geschlossen, das heißt schlupfend betrieben und Gang III wird mittels der Schaltmuffe 16 geschaltet, während Kupplung 5 ganz geschlossen wird, wobei die Brennkraftmaschine unter optionaler Mitwirkung der Elektromaschine 10 die Getriebeeingangswelle 2a auf die neue Synchrondrehzahl des Gangs II beschleunigt. Nach Erreichen dieser wird Kupplung 6 vollständig ausgerückt und Gang II mittels der Schaltmuffe 30 eingelegt. Die Fig. 16 zeigt hierzu den Drehzahlverlauf 170 der Getriebeausgangswelle 3, 171 des Losrades 27 des Gangs II, 172 des Losrades 28 des Gangs IV und 173 der Brennkraftmaschine während eines Schaltvorgangs von Gang IV nach Gang II über die Zeit. Hierbei wird die Drehzahl 173 der Brennkraftmaschine bei nahezu konstanter Drehzahl 170 der Getriebeausgangswelle 3 an die durch deren Übersetzung unterschiedlichen Drehzahlen 171, 172 der Losräder 27, 28 angeglichen, indem die Brennkraftmaschine einerseits über die Kupplung 6 und über Gang III ein Drehmoment in die Getriebeausgangswelle 3 einspeist und andererseits die Getriebeeingangswelle 2a über einen Reibschluss der Kupplung 5 beschleunigt bis im Punkt 171a die Synchrondrehzahl zwischen Losrad 27 und Getriebeeingangswelle 2a erreicht ist. Der dazugehörige Drehmomentverlauf in Abhängigkeit von der Zeit während des Schaltvorgangs ist in Fig. 17 gezeigt. Hierbei zeigt der Momentenverlauf 183 der Brennkraftmaschine einen steigenden Drehmomenteintrag in das Getriebe 1a bis zum Zeitpunkt Z, an dem die Kupplung 5 geöffnet wird und der Gang II bei Synchronisationsdrehzahl eingelegt wird. Anschließend wird die Kupplung 5 in einer Überschneidungsschaltung geschlossen und Kupplung 6 geöffnet. Der Verlauf der Momentenkurve 181 zeigt das Trägheitsmoment des Rotors 9 der Elektromaschine 10. Am Punkt 181a wird dieses durch Momenteneintrag durch die Brennkraftmaschine bei schlupf-



fender Kupplung 5 gewandelt, während die Getriebeeingangswelle 2a mit dem Rotor 9 beschleunigt wird. Die Beschleunigung der Getriebeeingangswelle 2a erfolgt dabei wesentlich schneller als bei einer Beschleunigung durch die Elektromaschine 10, die zusätzlich zur Beschleunigung dieser bestromt werden kann. Der Momentenverlauf 180 der Getriebeausgangswelle 3 ist im wesentlichen konstant und erfährt durch die Schaltung eine Drehmomentwandlung. Fig. 18 zeigt den Momentenverlauf 191 der an der Kupplung 5 während des Schaltvorgangs von Gang IV nach Gang II anliegenden Momente sowie den zugehörigen Momentenverlauf 190 für die Kupplung 6. Vor Einleitung der Schaltung zum Zeitpunkt 0 wird das Fahrzeug über die Kupplung 5 und eingelegtem Gang IV mit geringem Moment betrieben, mittels der Schiebehülse 16 wird Gang II eingelegt. Zum Zeitpunkt  $Z = 1$  wird Kupplung 5 geöffnet und Kupplung 6 geschlossen, dann Gang IV ausgerückt. Das Fahrzeug wird ab  $Z = 2$  über Kupplung 6 und Gang III angetrieben und über die schlupfende Kupplung 5 wird die Getriebeeingangswelle 2a mit dem Rotor 9 beschleunigt. Bei Erreichen der Synchronisationsdrehzahl bei  $Z = 3$  wird die Kupplung 5 geöffnet und Gang II eingelegt. Zum Zeitpunkt  $Z = 4$  wird die Kupplung 6 geöffnet und die Kupplung 5 geschlossen.

[0105] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, beim Anfahren im Gang I den Gang II nicht sofort einzulegen, sondern die Kupplung 5 geschlossen zu halten und die Elektromaschine 10 solange über diese Kupplung die Getriebeeingangswelle 2a als Generator zur Erzeugung elektrischer Energie anzutreiben, bis der Fahrer das Gaspedal betätigt. Da der Beschleunigungsvorgang im Gang I sehr kurz ist, sollte der Synchronisations- und Schaltvorgang daher in kurzer Zeit, beispielsweise in weniger als 1 s, vorzugsweise in weniger als 0,5 s abgeschlossen sein. Hierzu wird vor dem Anfahren bei geschlossener Kupplung 5 die Getriebeeingangswelle 2a durch die auf Vollast beschleunigte Brennkraftmaschine beschleunigt und nach dem Anfahren in Gang I sofort Kupplung 5 geöffnet und die drehende Getriebeeingangswelle 2a auf die Synchronisationsdrehzahl des Ganges II von der Elektromaschine 10 im Generatorbetrieb und/oder einer gegebenenfalls vorhandenen Synchronisationseinrichtung verzögert. Es versteht sich, dass das Fahrzeug nicht immer im Gang I angefahren werden muß, vielmehr kann es insbesondere bei schweren Fahrzeugen vorteilhaft sein, dieses mit dem Gang II anzufahren und den Gang I nur für sehr starke Steigungen oder als Kriechgang zu benutzen. In diesem und anderen Fällen spezieller Ausführungen von Doppelkupplungsgetrieben kann es vorteilhaft sein, die Elektromaschine an der Getriebeeingangswelle mit dem Gang mit der kleinsten Übersetzung – wie beispielsweise in diesem Getriebe 1b die Elektromaschine 10 an der Getriebeeingangswelle 2b – vorzusehen.

[0106] Beim Betrieb des Fahrzeugs unter Zug kann die Elektromaschine 10 wie bereits erwähnt als Generator zur Stromerzeugung betrieben werden. Weiterhin kann im Schubetrieb die Elektromaschine 10 rekuperieren, das heißt, aus der kinetischen Energie des Fahrzeugs, die über die Getriebeausgangswelle 3 in das Getriebe 1a eingeleitet wird, im Generatorbetrieb elektrische Energie gewinnen. Hierzu können beide Kupplungen 5, 6 geöffnet sein, wobei in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs ein für den optimalen Wirkungsgrad bei Nenndrehzahl der Elektromaschine 10 geeigneter Gang II, IV oder VI eingelegt werden kann. Es versteht sich, dass es vorteilhaft sein kann, in bestimmten Fahrsituationen die Brennkraftmaschine nicht abzukoppeln, um beispielsweise sein Schleppmoment zu nutzen, insbesondere wenn eine Erzeugung von elektrischer Energie beispielsweise bei voll geladenem

Energiespeicher nicht nötig ist. Weiterhin kann die Brennkraftmaschine zusätzlich zur Steuerung eines gezielten Rekuperationsmomentes beispielsweise schlupfend zugeschaltet werden, wie bei glatter Fahrbahn und/oder zum Erreichen einer konstanten Verzögerung an Steigungen oder Gefällen. Weiterhin kann die Elektromaschine 10 im Zugmodus der Brennkraftmaschine bei geöffneter Kupplung 5 und einem Drehmomentfluss über die Getriebeeingangswelle 2b mittels eines der Gänge II, IV, VI als Generator bei optimalen Drehzahlen nahe des Wirkungsgradoptimums betrieben werden. Hierzu zeigt die Fig. 12 die typischen Drehzahlen 201 des Ganges II, die Drehzahl 202 bei geschlossener Kupplung 5 ohne eingelegten Gang, die Drehzahl 203 des Ganges IV und die Drehzahl 204 des Ganges VI bei einer Drehzahl der Brennkraftmaschine von circa 1500 U/min im Gang III, wobei die Gänge II, IV, VI hier jeweils die Elektromaschine 10 mit der Getriebeausgangswelle 3 verbinden. Der Wirkungsgradverlauf 210 einer typischen Elektromaschine 10 in Abhängigkeit von der Drehzahl verdeutlicht, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Gang II mit der Drehzahl 201 den besten Wirkungsgrad erzielt. Fig. 13 zeigt die typischen Drehzahlen 201a (Gang II), 202a (alle Gänge in Neutralstellung, Kupplung 5 geschlossen), 203a (Gang IV), 204a (Gang VI) bei einer Drehzahl der Brennkraftmaschine von circa 4000 U/min in Gang III als Fahrgang und es wird deutlich, dass hier die beste Annäherung an den optimalen Wirkungsgrad der Wirkungsgradkennlinie 210 der Elektromaschine 10 durch den Gang IV erzielt wird. Es versteht sich, dass bei jedem Gang I, III, V in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine unterschiedliche Gänge II, IV, VI oder eine Neutralstellung dieser bei geschlossener Kupplung 5 den besten Wirkungsgrad der Elektromaschine 10 erzielen können.

[0107] Das in Fig. 2 gezeigte Ausführungsbeispiel eines Doppelkupplungsgetriebes 1b und einer mit der Getriebeeingangswelle 2a über die Rotorwelle 9a antriebsmäßig verbundenen Elektromaschine 10 ist prinzipiell der Struktur und Funktionsweise des Getriebes 1a der Fig. 1 ähnlich und weist Unterschiede in der Anordnung der Gänge II, IV und VI auf der Getriebeeingangswelle 2a auf, wobei diese von der Kupplung 5 in Richtung Elektromaschine 10 bezüglich ihrer Übersetzung fallend angeordnet sind, das heißt, Gang VI ist der Kupplung 5 benachbart und Gang II der Elektromaschine 10. Weiterhin sind auf der Getriebeausgangswelle 3 für die Gänge I und VI separate Festräder 18a, 20a drehfest angeordnet, die nicht von einem Gang der anderen Getriebeeingangswelle 2a beziehungsweise 2b mitgenutzt werden. Die Gänge I und III, IV und VI sowie V und R werden jeweils mittels einer für zwei Gänge vorgesehene Schaltmuffe 16a, 17a, 30a geschaltet, indem sie mit der jeweiligen Getriebeeingangswelle 2a, 2b drehfest verbunden werden. Die Anordnung des Festrads 18a' und des Losrades 27a zur Bildung von Gang II erfolgt in umgekehrter Weise derart, dass das Festrad 18a' drehfest mit der Getriebeeingangswelle 2a und das Losrad 27a verdrehbar auf der Getriebeausgangswelle 3 und mittels der Schiebehülse 8 drehfest mit dieser verbindbar angeordnet ist. Eine weitere Besonderheit der vorliegenden Getriebestruktur ist die Bildung des Ganges V durch zwei Losräder 14a, 20a', wobei – wie bereits angedeutet – das Losrad 14a um die Getriebeeingangswelle 2b angeordnet ist und mittels der Schiebehülse 17a drehfest mit dieser verbindbar ist und das Losrad 20a' um die Getriebeausgangswelle 3 angeordnet und mit dieser mittels der Schiebehülse 8 drehfest verbindbar ist. Die Schiebehülse 8 übt dabei eine weitere Funktion aus, sie verbindet in einem weiteren Schaltzustand die Losräder 20a', 27a der axial benachbarten Gänge II, V miteinander drehfest, wobei eine Verdrehbarkeit dieser auf der Getriebeausgangswelle 3

erhalten bleibt. Auf diese Weise wird die Getriebeeingangswelle 2a mit der Getriebeeingangswelle 2b antriebsmäßig unter Ausbildung einer Übersetzung, die sich aus dem Quotienten der Übersetzungen der Gänge II, V ergibt, verbunden. Es versteht sich, dass hierzu auch die Verbindung anderer Gänge zur Erzielung anderer Übersetzung vorteilhaft sein kann. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Reihenschaltung der Gänge II und V vorteilhafterweise genutzt, um die nicht betriebswarme Brennkraftmaschine ohne Anwendung eines Impulsstarts mittels der Elektromaschine 10 insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen direkt mit einer dafür nötigen Übersetzung starten zu können. Hierzu wird die Kupplung 5 geöffnet und die Kupplung 6 geschlossen. Mittels der Schaltmuffe 8 wird eine Verbindung zwischen der Getriebeeingangswelle 2a und Getriebeeingangswelle 2b über die Gänge II und V hergestellt und die Elektromaschine 10 bestromt. Das aus diesem Kraftweg resultierende Übersetzungsverhältnis  $i$  durch Division der Übersetzungen der Gänge II und V beträgt typischerweise zwischen  $i = 2,5$  und  $1 = 4$ , sodass die Elektromaschine 10 die Brennkraftmaschine mit einem kleineren Maximalmoment starten kann als über den direkten Weg über die Kupplung 5. Die übrigen Betriebsmodi und Funktionen sind im wesentlichen identisch mit dem Getriebe 1a der Fig. 1.

[0108] Zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs wird in Schubphasen die Brennkraftmaschine vorteilhafterweise abgekoppelt, indem zumindest die Kupplungen 5 geöffnet wird und die Schaltkupplungen beziehungsweise Schiebepöhlen 16, 17a der Getriebeeingangswelle 2b in Neutralstellung geschaltet oder Kupplung 6 ebenfalls geöffnet wird, und abgestellt. In bestimmten Fahrsituationen, beispielsweise während der Warmlaufphase der Brennkraftmaschine, kurz vor einer Vollastanforderung oder bei entsprechender Auslegung des Fahrzeugs generell, kann es weniger vorteilhaft sein die Brennkraftmaschine abzustellen und sollte daher in diesen Fahrzeugen während einer Rekuperation mitgeschleppt werden, wobei sich die Schleppverluste negativ auf die rekuperierbare Energie auswirken. Weiterhin von Nachteil ist dabei, dass zur Minimierung der Schleppverluste die Brennkraftmaschine im Bereich des Leerlaufs, beispielsweise 880 bis 1400 U/min, betrieben werden muß und daher die Elektromaschine 10 bei entsprechenden Drehzahlen unter dem Wirkungsgradoptimum betrieben werden muß. Zur Kompensation dieser Nachteile wird in dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel 1b vorgeschlagen, ab einer einstellbaren Geschwindigkeitsgrenze, beispielsweise 60 km/h, im Schubbetrieb die Brennkraftmaschine über Gang V mitzuschleppen und die Elektromaschine 10 über den Gang II an die Getriebeausgangswelle 3 zu koppeln. Daraus erhöht sich die Drehzahl der Elektromaschine 10 gegenüber der Kurbelwelle 4 um den Quotienten der beiden Gänge II und IV, beispielsweise um den Faktor 2,5, so dass bei einer Geschwindigkeit von ca. 60 km/h die Brennkraftmaschine mit einer Drehzahl  $n = 1700$  U/min mitgeschleppt wird und die Elektromaschine 10 bei ca. 4200 U/min betrieben werden kann. Die Schaltung erfolgt hierbei über die Schiebepöhlse 8, die dazu so ausgelegt ist, dass sie sowohl 20a' des Gangs V als auch das Losrad 27a des Gangs II mit dem mit der Getriebeausgangswelle fest verbundenen Festrad verbinden kann. Dabei kann eine Steuereinheit den Zeitpunkt berechnen, bei dem eine Rückschaltung vom Gang VI in Gang trotz höherem Schleppmoment energetisch günstig ist und somit die Geschwindigkeitsgrenze festlegen. Verringert sich die Fahrtgeschwindigkeit weiterhin, wird vorteilhafterweise zur effektiveren Ausnutzung der Rekuperation eine weitere Rückschaltung vorgesehen. Es wird nach dem erfinderischen Gedanken jedoch nicht in den auf der Getriebeeingangswelle 2a mit der Elektromaschine 10 liegenden

Gang IV zurückgeschaltet, sondern in den Gang III, wobei das Schleppmoment der Brennkraftmaschine während des Schaltvorgangs durch einen kurzzeitigen schlupfenden Betrieb der Kupplung 5 bei geschaltetem Gang II aufrechterhalten wird, so dass die Brennkraftmaschine während des Schaltvorgangs nicht aussetzt und erneut gestartet werden muß. Durch diese Schalttechnik wird ein wesentlich schnelleres Anfahren nach einer Vollastanforderung bei lediglich geringfügig verschlechterter Energiebilanz erzielt.

[0109] Die Fig. 2a zeigt eine zum Frontquereinbau in einem Fahrzeug besonders geeignete Variante eines Doppelkupplungsgetriebes 1b' zum Doppelkupplungsgetriebe 1b der Fig. 2 mit einer geteilten Getriebeausgangswelle, die sich aus zwei zueinander parallelen Strängen 3a, 3b und den dazwischen liegenden parallelen Getriebeeingangswellen 2a, 2b, wobei die Getriebeeingangswelle 2b als Hohlwelle ausgebildet und um die Getriebeeingangswelle 2a angeordnet ist. Beide Stränge 3a, 3b können beispielsweise über eine Zahnradverbindung vor oder im Differential wieder zusammengeführt werden. Die Anordnung der Gänge I-VI, R erfolgt dabei in der Weise, dass auf der gegenüber der Getriebeeingangswelle 2a verkürzten Hohlwelle 2b die Festräder 18b und 19b angeordnet sind, wobei das benachbart zu dem die Kupplungen 5, 6 als Doppelkupplung enthaltenden Zweimassenschwungrad 7c angeordnete Festrad 18b mit dem Losrad 12b des Gangs I auf dem Strang 3a der Getriebeausgangswelle und unter Zwischenschaltung des Reversiererrad 22b mit dem Losrad 21b des Rückwärtsgangs R auf Strang 3b kämmt. Das Festrad 19b kämmt einerseits mit dem Losrad 14b des Gangs V auf Strang 3a und mit dem auf dem Strang 3a angeordneten Losrad 13b des Gangs III.

[0110] Auf der Getriebeeingangswelle 2a sind die Festräder 18b', 20b, 20b' für die Gänge II, IV und VI angeordnet, wobei die Losräder 28b und 29b zur Bildung der Gänge IV und VI auf dem Strang 3a und das Losrad 27b zur Bildung des Gangs II auf Strang 3b benachbart zum Losrad 14b angeordnet ist. An dem Abtrieb 3c entgegengesetzten Ende des Stranges 3b ist ein weiteres Festrad 3d vorgesehen, das mittels entsprechender den Umlauf des Festrades 3d hindernder Mittel eine Parksperre 30b bildet. Die Gänge I und III, IV und VI, R und V werden jeweils von einer Schiebepöhlse 241b, 25b beziehungsweise 29b durch Bildung einer drehfesten Verbindung zwischen den Strängen 3a und 3b einerseits und den Losrädern 12b, 13b, 14b, 21b, 28b, 29b andererseits geschaltet. Die Schiebepöhlse 8 schaltet den Gang II, verbindet die Losräder 14b von Gang V und Losrad 27b von Gang II drehfest zur Bildung eines unter Fig. 2 beschriebenen, unteretzten Kraftpfades entlang der gepunkteten Linie 31b zwischen der Rotorwelle 9a des Rotors 9 der Elektromaschine 10 und der Kurbelwelle 4 zum Start der nicht betriebswarmen Brennkraftmaschine insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen. Hierzu sind alle Schiebepöhlen mit Ausnahme der Schiebepöhlse 8, die die beiden Losräder 24b, 14b miteinander verbindet, in Neutralstellung, die Kupplung 5 ist geöffnet und die Kupplung 6 geschlossen. [0111] Die Elektromaschine 10 ist in diesem Ausführungsbeispiel nicht direkt an eine der Getriebeeingangswellen angeflanscht sondern über ein Zahnrad 32b mit dem Losrad 28b des Gangs IV verbunden. Dies bietet die Möglichkeit, die Elektromaschine 10 mit der Übersetzung des Gangs IV und einer vorgegebenen Übersetzung zwischen Festrad 28b und Zahnrad 32b mit der Getriebeeingangswelle 2a und damit bei geschlossener Kupplung 5 mit der Kurbelwelle 4 also direkt an die Brennkraftmaschine zu koppeln und damit diese direkt zu starten oder als Generator Drehmoment von dieser aufzunehmen, wobei hierzu – ausgenommen Fahrten in Gang IV – das Losrad 28b nicht drehfest mit Strang 3a verbunden ist.

[0112] Die Fig. 2b und 2c zeigen verschiedene Varianten der Beschaltung der Gänge II und V mittels der Schiebepöhlse 8a, 8b des Getriebes 1b, 1b'. Die auf einer Getriebeausgangswelle oder Getriebeeingangswelle angeordneten verdrehbaren Losräder 22', 24' werden mit einem drehfest auf der Welle 33 sitzenden Synchronkörper 34 durch eine Axialverlagerung der Schiebepöhlse 8a, 8b mittels der Verzahnungen 22a', 24a' formschlüssig verbunden. Auf einem Konus sitzende Synchronkörper 35 gleichen dabei - in an sich bekannter Weise - Relativedrehzahlen zwischen den Losrädern 22', 24' und dem Synchronkörper 34 durch Bildung eines Reibeingriffs an den Konusflächen aus. Die Aufgabe der Schiebepöhlse 8a der Fig. 2b besteht darin, aus der gezeigten Neutralstellung einen synchronisierten Formschluss zwischen dem Synchronkörper 34 und dem Losrad 24' durch eine Axialverlagerung in Richtung Losrad 24' herzustellen, indem die Außenverzahnung 24a' mit der Innenverzahnung 8a' einen Formschluss bildet und eine Außenverzahnung 34' des Synchronkörpers 34 mit einer weiteren Innenverzahnung 8a'' der Schiebepöhlse 8a einen Formschluss bilden. Durch weitere Axialverschiebung wird die zweite Aufgabe, die beiden Losräder 22', 24' drehfest miteinander zu verbinden gelöst, indem die Verzahnungen 8a'' der Schiebepöhlse 8a und die Verzahnung 22a' des Losrades 22' einerseits und die Verzahnung 8a' der Schiebepöhlse 8a und die Verzahnung 24a' des Losrades 24' andererseits einen Formschluss bilden. Die Ausbildung der Verbindung der beiden Losräder miteinander erfolgt nur im Stillstand der Welle 33 und der Losräder 22', 24', so dass die Bildung eines derartigen Formschlusses keiner Synchronisierung bedarf. Das Design der Schiebepöhlse 8a ist nicht dazu vorgesehen, das Losrad 22' mit der Welle 33 zu verbinden und den damit verbundenen Gang zu schalten. Diese Möglichkeit bietet die Anordnung der Fig. 2c, bei dem die Schiebepöhlse 8b durch Axialverlagerung aus der gezeigten Ruhestellung jeweils ein Losrad 22', 24' mit dem Synchronkörper 34 und damit mit der Welle 33 drehfest verbindet. Die Verbindung beider Losräder erfolgt in diesem Ausgestaltungsbeispiel mit einem von radial außen in die Verzahnungen 22a', 24a' formschlüssig einschwenkbaren Sperriegel 36, der mechanisch, elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch zwischen beiden Endlagen bewegt werden kann. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsbeispiele insbesondere zur axialen Verkürzung des Bauraums und Verminderung der axialen Ausdehnung der Schiebepöhlse 8a in Fig. 2b können vorsehen, dass eines der Losräder, beispielsweise Losrad 22' verdrehbar auf dem anderen 24' gelagert ist, wobei das Festrad 34 an einem axialen Ende des Losrades 24' angeordnet und das Losrad 22' axial zwischen der Verzahnung 24a' und der Gangverzahnung 24b' gelagert ist und die Verzahnung 22a' an der dem Festrad 34 zugewandten Seite des Losrades 22' angeordnet ist.

[0113] Fig. 2d zeigt eine besonders vorteilhafte Ausgestaltungsbeispiel eines Doppelkupplungsgetriebes 1m als sogenanntes Inline-Getriebe insbesondere für einen Frontlängseinbau der Brennkraftmaschine mit Heckantrieb. Hierzu bildet Getriebeeingangswelle 2b eine Hohlwelle um die Getriebeeingangswelle 2a, beide Getriebeeingangswellen sind parallel zur Kurbelwelle 4 und zur coaxial und in axialer Verlängerung zu dieser angeordneten Getriebeausgangswelle 3 vorgesehen. Die Kraftübertragung von der Kurbelwelle 4 über die jeweils einer Getriebeeingangswelle 2a, 2b zugeordneten, zu einer Doppelkupplung zusammengefassten Kupplungen 5, 6 erfolgt über die mit den Kupplungen 5, 6 verbundenen Kurbelwellenstränge 2104a, 2104a' mittels jeweils einer Kraftübertragung, beispielsweise einer Zahnradverbindung, die aus den Zahnradern 2104b, 2104b' der Kurbelwellenstränge 2104a, 2104a' und den auf den Getriebeeingangswellen 2a, 2b drehfest ange-

ordneten Zahnradern 2104c, 2104d gebildet wird. Die Bildung der Übersetzungen der einzelnen Gänge I, II, III, IV, V, VI, R erfolgt wie in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1, 2, 2a mittels jeweils einem Losrad und einem Festrad, die jeweils auf einer der Getriebeeingangswelle 2a, 2b beziehungsweise auf der Getriebeausgangswelle 3 angeordnet sein können. Die Schaltung der Gänge erfolgt mittels Schalteinrichtungen mit gegebenenfalls vorgesehenen Synchronisationseinrichtungen, wobei die Gänge I, III der Getriebeeingangswelle 2b und die Gänge II, IV, VI, R der Getriebeeingangswelle 2a zugeordnet sein können. Zu den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen unterschiedlich sind die Eigenschaften des Inline-Getriebes, bei dem ein Gang - hier der Gang V - direkt übersetzt sein kann und beispielsweise durch Verbinden des Kurbelwellenstrangs 2104a und der Getriebeausgangswelle 3 mittels der Schaltkupplung 2129 geschaltet wird, die hierzu eine Endstellung zur Verbindung der beiden Wellen 2104a, 3 aufweist und außerdem über eine Neutralstellung, bei der die beiden Wellen getrennt sind, und eine Endstellung zur Schaltung des Gangs I verfügt.

[0114] Die Elektromaschine 10 wird aus Bauraumgründen um die Getriebeausgangswelle 3 gelagert, wobei der Rotor 9 gegenüber dieser verdrehbar gelagert und der Stator 11 fest mit dem Getriebegehäuse verbunden ist, und ist entsprechend den Funktionen wie in den Figuren zuvor beschrieben betreibbar. Zur Schaltung einer geeigneten Übersetzung zwischen der Kurbelwelle 4 und dem Rotor 9, insbesondere während eines Kaltstarts der Brennkraftmaschine durch die Elektromaschine 10, ist vorgesehen, den Rückwärtsgang R sowohl mit einem antriebsseitigen Losrad 2121b und einem abtriebsseitigen Losrad 2118b auszustatten und weiterhin dieses Losrad 2118b nicht direkt auf der Getriebeausgangswelle 3, sondern auf einem um die Getriebeausgangswelle 3 verdrehbar angeordneten Stutzen 2113c des Losrades 2113b des Gangs III anzuordnen. Die axial verlagerebare Triplexmuffe 2108 verbindet nun in der gezeigten Endstellung das mit der Getriebeausgangswelle 3 verbundene Festrad 2119b mit dem Losrad 2118b und schaltet den Rückwärtsgang R, sofern die Schaltmuffe 2129 zur Schaltung der Gänge R und IV ebenfalls das Losrad 2121b mit dem antriebsseitigen Festrad 2120b verbindet. Ist die Schiebepöhlse 2129b in Neutralstellung oder ist Gang IV geschaltet, sind die die Losräder 2118b, 2118b frei drehbar. Gang III wird geschaltet, indem die Triplexmuffe 2108 axial so verlagert wird, dass sie das Losrad 2113c mit dem Festrad 2119b verbindet. Die Übersetzung zum Kaltstart der Brennkraftmaschine durch Verbinden des Losrades 2121b mit dem Festrad 2120b ist mittels der Schiebepöhlse 2129b geschaltet, wobei das Losrad 2113c des Gangs III mit dem Losrad 2118b des Rückwärtsganges R bei freier Drehbarkeit um die Getriebeausgangswelle 3 verbunden wird, indem die Triplexmuffe 2108 in ihre der Kurbelwelle 4 zugewandten Endposition axial verlagert wird. Der Kraftfluss vom Rotor 9 der Elektromaschine 10 erfolgt dann über die Zahnradpaare 132b, 128b auf die Getriebeeingangswelle 2a und über die Zahnradpaare der Gänge R, III mit einer den Übersetzungen dieser Gänge entsprechenden Drehzahlwandlung auf die Getriebeeingangswelle 2b und von dort über die Zahnradpaare 104c, 104b bei geschlossener Kupplung 5 und geöffneter Kupplung 6 auf die Kurbelwelle 4. Es versteht sich, dass auf diesem Wege auch ein Impulsstart möglich ist, indem die Kupplung 5 solange geöffnet bleibt, bis die Elektromaschine 10 bis zum Erreichen der entsprechenden Impulsdrehzahl beschleunigt ist, und dann erst geschlossen wird.

[0115] Fig. 3 zeigt ein in den wesentlichen Teilen dem Doppelkupplungsgetriebe 1a der Fig. 1 entsprechendes Ausführungsbeispiel einer Doppelkupplung 1c. Der wesent-

liche Unterschied ist die von der Getriebeeingangswelle 2a abkoppelbare Anordnung der Elektromaschine 10. Diese erfolgt dabei vorteilhafterweise mittels der Schiebehülse des Gangs, dessen Schiebehülse in einem Sechs- oder Vierganggetriebe nicht zwei Losräder zweier Gänge schaltet. In dem gezeigten Ausgestaltungsbeispiel ist dies der Gang VI. Die Schiebehülse 31c ist hierbei axial zwischen den Losrädern 28, 29 angeordnet und verfügt über vier mögliche Schaltpositionen. Die erste Stellung ist die gezeigte Neutralstellung, bei der weder Gang VI eingelegt noch die Elektromaschine 10 an die Getriebeeingangswelle 2a angekoppelt ist. Die zweite Position bei einer Axialverlagerung der Schiebehülse 31c in Richtung Losrad 29 verbindet die Getriebeeingangswelle 2a mit der Rotorwelle 9a der Elektromaschine 10. Die dritte Position bei einer weiteren Axialverschiebung der Schiebehülse 31c verbindet das Losrad 29, die Rotorwelle 9a und die Getriebeeingangswelle 2a miteinander, zum Beispiel bei einem Betrieb des Fahrzeugs in Gang VI und einem Generatorbetrieb der Elektromaschine 10 oder bei Betrieb des Fahrzeugs mit einem der Gänge I, III, V und offener Kupplung 5. Die vierte Position in der Endstellung der Schiebehülse 31c wird die Elektromaschine 10 nur mit dem Gang VI verbunden, beispielsweise oder während einer Rekuperation in Gang VI oder bei einem Betrieb des Fahrzeugs mit einem der Gänge I, III, V. Die von der Getriebeeingangswelle 2a abkoppelbare Version ist insbesondere mit Elektromaschinen 10 vorteilhaft, die kostengünstig und daher in der Leistung eingeschränkt sind. Derartige Elektromaschinen können zeitkritische Synchronisationsvorgänge nicht genügend durch eigene Leistungsbeiträge unterstützen und werden während diesen Schaltvorgängen im Sinne des erfindेरischen Gedankens abgekoppelt.

[0116] Fig. 4 zeigt eine weitere den Ausführungsbeispielen der Fig. 1a, 1c der Fig. 1 und 4 ähnliches Beispiel eines Doppelkupplungsgetriebes 1d mit Elektromaschine 10, wobei der wesentliche Unterschied zu dem Doppelkupplungsgetriebe 1a darin besteht, dass die Elektromaschine 10 von der Getriebeeingangswelle 2a abkoppelbar ist und an die Getriebeeingangswelle 2b angekoppelt werden kann. Die Koppelung erfolgt mittels eines Aktors 40, der mittels einer Kinematik, die hier schematisch durch die Schalter 41, 42 dargestellt ist, wahlweise eine der beiden Getriebeeingangswellen 2a, 2b mit der Rotorwelle 9a der Elektromaschine 10 verbindet oder diese von beiden Wellen 2a, 2b abkoppelt. Die Verbindung kann mittels eines Riemen-, Reibrad- oder Kettenantriebs, mittels einer Magnetkupplung, mittels einer Zahnradverbindung oder dergleichen erfolgen. Durch die Umschaltung kann die Elektromaschine 10 wahlweise direkt über eine der Getriebeeingangswellen 2a oder 2b bei geschlossener Kupplung 5 oder 6 mit der Brennkraftmaschine verbunden werden und diese beispielsweise zum Start dieser antreiben oder im Generatorbetrieb von dieser angetrieben werden. Weiterhin ist die Anzahl der Gänge und damit die Anzahl der Übersetzungen zum Betrieb der Elektromaschine 10 – wie in den Fig. 12 und 13 beispielhaft gezeigt – am Wirkungsgradoptimum größer –, so dass durch entsprechende Umschaltung der Elektromaschine 10 von einer Getriebeeingangswelle auf die andere diese noch näher am Leistungsoptimum betrieben werden kann. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung ist die Benutzung jedes Gangs I bis VI zur Rekuperation, wobei die Elektromaschine 10 entsprechend den Getriebeeingangswellen 2a, 2b mit dem zu nutzenden Gang zugeschaltet wird. Weiterhin kann die Elektromaschine 10 vor einer Doppelschaltung, das heißt bei einer Schaltung zwischen zwei auf derselben Getriebeeingangswelle liegenden Gängen, vor Einleitung der Schaltung mit der anderen, nicht an der Schaltung beteiligten Getriebeeingangswelle verbunden werden und während der

durch Ausrücken des aktiven und Einrücken des neuen Gangs entstehenden Zugkraftunterbrechung diese durch Einleitung eines Momentes in die andere Getriebeeingangswelle zumindest teilweise kompensieren.

[0117] Fig. 5 sieht ein zum Getriebe 1a der Fig. 1 geändertes Design eines Doppelkupplungsgetriebes 1e vor, bei dem beispielsweise aus Bauraum- und/oder Kostengründen die beiden Kupplungen 5, 6 zu einer Doppelkupplung zusammengefasst sind, wobei die Doppelkupplung wiederum auf einem Zweimassenschwungrad 7c angeordnet sein kann. Mit dieser Struktur kann auf die Teilung der Achse 2b und die dadurch notwendigen Zahnräder verzichtet werden und in manchen Ausführungsbeispielen ein besseres Geräuschverhalten erzielt werden. Die Getriebeeingangswelle 2b ist bei diesem Ausführungsbeispiel im wesentlichen coaxial zur Kurbelwelle 4 angeordnet, die zweite Getriebeeingangswelle 2a sowie die Getriebeausgangswelle 3 sind hierzu parallel angeordnet, wobei die Getriebeausgangswelle 3 räumlich zwischen den beiden Getriebeeingangswellen 2a, 2b angeordnet ist. Die Übertragung des Drehmoments des mit dem Ausgangsteil der Kupplung 5 verbundenen Hohlwellenstumpfs 2a', der um die Getriebeeingangswelle 2a angeordnet ist, auf die Getriebeeingangswelle 2a erfolgt mittels eines Form- oder Reibschlusses, beispielsweise mittels eines an dem Hohlwellenstumpf 2a' angebrachten Feststrahls 4b', das mit einem Reversierstrahl 4c' kämmt, welches wiederum mit einem an der Getriebeeingangswelle 2a drehfest angebrachten Festrad 4e' kämmt. Funktion und Schaltvorgänge sind prinzipiell mit dem Getriebe 1a der Fig. 1 identisch.

[0118] Fig. 6 zeigt das Getriebe 1a als weiteres Ausführungsbeispiel 1f von Doppelkupplungsgetrieben, bei denen zumindest ein Nebenaggregat 60 mit der Elektromaschine 10 antriebsmäßig gekoppelt ist. Derartige Versionen haben den Vorteil, dass sicherheitsrelevante und/oder komfortsteigernde Nebenaggregate wie beispielsweise Klimakompressoren, Lenkhilfepumpen, Bremskraftverstärker beziehungsweise Vakuumpumpen und/oder dergleichen an die Elektromaschine 10 angekoppelt werden können und damit bei stehender Brennkraftmaschine, beispielsweise im Stillstand oder während rekupert wird, weiterhin versorgt werden. Um die Synchronisationszeiten durch die dadurch erhöhte Trägheitsmomente der Nebenaggregate 60 nicht zu verlängern, kann es vorteilhaft sein, zwischen der Elektromaschine 10 und dem zumindest einen Nebenaggregat 60 eine Trennkupplung 61 vorzusehen, die eine Schalt-, Magnet- oder Reibungskupplung sein kann und elektrisch beziehungsweise von einem Aktor angesteuert wird, der in Abhängigkeit der entsprechenden Schaltzustände angesteuert wird. Es versteht sich, dass das zumindest eine Nebenaggregat 60 auch aus anderen vorteilhaften Gründen wie beispielsweise zur Einsparung von Treibstoff abgekoppelt werden kann, beispielsweise kann ein Klimakompressor bei nicht in Betrieb gesetzter Klimaanlage abgekoppelt werden. Weiterhin kann beispielsweise mittels einer von der Drehzahl der Welle des Nebenaggregats abhängig arbeitende Kupplung, beispielsweise eine Fliehkräftkupplung, ein Nebenaggregat bei Erreichen und oder Überschreiten einer vorgegebenen Drehzahl das Nebenaggregat an die Elektromaschine an oder von dieser abkoppeln, um einen Betrieb des Nebenaggregats in einem vorteilhaften Arbeitsbereich zu erzielen. Bei mehreren Nebenaggregaten kann die Kupplung dieser Art zentral auf die gesamte Riemenscheibenebene wirkend – beispielsweise durch eine Anordnung dieser auf der Rotorwelle 9a – oder dezentral auf einer Welle zumindest eines Nebenaggregats angeordnet werden.

[0119] Fig. 7 zeigt eine weitere, dem Doppelkupplungsgetriebe 1f der Fig. 6 ähnliche Variante eines Doppelkupp-

lungsgetriebes 1g, bei dem das Nebenaggregat 60 mittels eines Riementriebs 62 mit der Rotorwelle 9a verbunden ist. Der Riementrieb kann hierbei bezüglich seiner Übersetzung zwischen Nebenaggregat 60 und Elektromaschine 10 fest oder variabel, beispielsweise in Form eines CVT-Getriebes ausgeführt sein; wobei eine automatische Ansteuerung beispielsweise zur Anpassung des optimalen Wirkungsgrades des Nebenaggregats 60 vorgesehen sein kann. Weiterhin kann es vorteilhaft sein, in diesen Riementrieb 62 neben eines Klimakompressors noch weitere Nebenaggregate zu integrieren. Auch hier kann zwischen der Elektromaschine 10 und dem Riemenantrieb 62 oder zwischen der Welle 60a und dem Riemenantrieb 62 eine Trennkupplung vorgesehen sein. Weiterhin kann es vorteilhaft sein, die Elektromaschine 10 in beide Drehrichtungen zu betreiben, um beispielsweise auf einen Rückwärtsgang R verzichten zu können, wobei das Fahrzeug in elektrischer Betriebsweise bei umgekehrtem Drehsinn der Elektromaschine 10 mit einem der Vorwärtsgänge I oder II angetrieben wird. Hierbei können dennoch Nebenaggregate 60 eingesetzt werden, die nur in eine Drehrichtung betreibbar sind, wenn diese nach dem erfinderischen Gedanken während der Umkehrung des Drehsinns abgekoppelt werden und/oder ein Freilauf im Kraftfluss zwischen Elektromaschine und Riemenscheibenebene oder nur zwischen dem entsprechenden Nebenaggregat und der Elektromaschine vorgesehen ist.

[0120] Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Doppelkupplungsgetriebes 1h, das insbesondere als Frontlängseinbau vorteilhaft ist, mit einer Elektromaschine 10, wobei die Getriebeeingangswelle 2b als Hohlwelle ausgebildet und koaxial um die Getriebeeingangswelle 2a und die Getriebeausgangswelle 3 zu diesen achsparallel angeordnet ist. Die Elektromaschine 10 ist bezüglich ihrer Rotorwelle 9a achsparallel zu diesen angeordnet und mittels einer schaltbaren Formschlussverbindung über die Schiebühse 31d mit der Getriebeeingangswelle 2a direkt verbindbar. Weiterhin kann unter Beibehaltung dieses Formschlusses zur Getriebeeingangswelle 2a wahlweise der Gang II oder Gang IV mittels 31d geschaltet werden. Eine weitere optionale Schaltvariante der Schaltmuffe 31d kann eine Neutralstellung sein, bei der Elektromaschine 10 von der Getriebeeingangswelle 2a und von den Gängen II und IV abgekoppelt ist.

[0121] Die Gänge I, III, V, R sind in dieser Reihenfolge von den zu einer Doppelkupplung integrierten Kupplungen 5, 6 beabstandet auf der Getriebeeingangswelle 2b angeordnet und werden wie in den Fig. 1 näher beschrieben geschaltet. Die Getriebeeingangswelle 2a baut axial länger als die Getriebeeingangswelle 2b und auf dem überstehenden Teil sind die Gänge II, IV und VI in dieser Reihenfolge angeordnet. Die Funktions- und Betriebsweise ergibt sich in entsprechend dem zuvor beschriebenen Getriebe 1a mit dem Unterschied, dass die Elektromaschine 10 von der Getriebeeingangswelle 2a abkoppelbar und mit den Gängen II oder IV koppelbar ist. Durch Verbindung der Elektromaschine 10 mit der Getriebeeingangswelle 2a kann der Drehzahlbereich der Elektromaschine 10 bei geschlossener Kupplung 5 unter Berücksichtigung der Übersetzung zwischen Getriebeeingangswelle 2a und der Rotorwelle 9a der Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine, bei einer Verbindung der Elektromaschine 10 über den Gang II oder IV und geöffneter Kupplung 5 kann der Drehzahlbereich der Getriebeausgangswelle 3 unter Berücksichtigung der Übersetzung der Gänge II oder IV genutzt werden.

[0122] Fig. 9 zeigt ein dem Getriebe 1h der Fig. 8 ähnliches Ausführungsbeispiel eines Doppelkupplungsgetriebes 1i mit dem wesentlichen Unterschied, dass die Elektromaschine 10 radial um die Kupplungen 5, 6 angeordnet ist, wobei der Rotor 9 direkt mit der Getriebeeingangswelle 2a –

beispielsweise über ein Scheibenteil verzahnt – verbunden ist. Weiterhin ist die Getriebeeingangswelle 2a hierzu als Hohlwelle um die Getriebeeingangswelle 2b angeordnet, was zu einer geänderten Anordnung der Gänge I–VI, R führt. Hierbei sind die Gänge II, IV, VI an dem kupplungsseitigen Teil des Getriebes 1i und die Gänge I, III, V und R auf dem axial gegenüber der Getriebeeingangswelle 2a verlängerten Teil der Getriebeeingangswelle 2b im Bereich des abtriebsseitigen Teils des Getriebes 1i angeordnet. Eine antriebsmäßige Verbindung der Elektromaschine 10 mit der Getriebeausgangswelle 3 kann mittels der Gänge II, IV oder VI erfolgen.

[0123] Fig. 10 zeigt ein mit dem Getriebe 1h der Fig. 8 sehr ähnliches Getriebe 1k, das sich im wesentlichen durch eine koaxial an dem den der Kupplung 5 entgegengesetzten Ende der Getriebeeingangswelle 2a aufgenommenen Elektromaschine 10 von diesem unterscheidet.

[0124] Fig. 11 zeigt schematisch den Aufbau eines Doppelkupplungsgetriebes 101 mit zwei Elektromaschinen 110a, 110b, die jeweils eine Getriebeeingangswelle 102a, 102b antreiben. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die beiden Elektromaschinen 110a, 110b einander entgegengesetzt und die diesen zugeordneten Getriebeeingangswellen 102a, 102b im wesentlichen koaxial zueinander zwischen den Elektromaschinen 110a, 110b angeordnet. Die Getriebeausgangswelle 103 ist zu diesen achsparallel angeordnet und weist zumindest einen Abtrieb 103a zum Antrieb zumindest eines Antriebsrads auf. Es können auch zwei Antriebsräder unter Zwischenschaltung eines Differentials angetrieben werden. Weiterhin kann die Getriebeausgangswelle 103 einen weiteren dem Abtrieb 103a im wesentlichen entsprechenden Abtrieb 103b aufweisen, für den ein weiteres Antriebsrad oder entsprechend ein Paar von Antriebsrädern zur Bildung eines Vierradantriebs mit gleichen oder unterschiedlichen Drehmomenteinträgen auf die beiden Achsen, beispielsweise 10% bis 50% des Drehmoments auf die Vorderachse und entsprechend 50% bis 90% auf die Hinterachse, vorgesehen sein kann. Besonders vorteilhaft kann es in diesem Fall sein, die Getriebeausgangswelle 103 in zwei Wellenstränge 103c und 103d zu teilen, um ohne Ausgleichsgetriebe entweder auf einer Achse die beiden Antriebsräder antreiben zu können oder die oben genannte Verteilung auf zwei Achsen zu erreichen, und zwischen diesen eine antriebsmäßig unterschiedliche Momente übertragendes Mittel 120, beispielsweise eine Kupplung, eine Leistungsverzweigung oder dergleichen vorzusehen, so dass wahlweise eine der beiden Abtriebe 103 bei offener Leistungsverzweigung 120 jeweils von einer Elektromaschine 110a, 110b angetrieben werden kann oder bei übertragender Leistungsverzweigung 120 eine der beiden oder beide Elektromaschinen 110a, 110b den einen Abtrieb 103a und optional hinzukommend einen zweiten Abtrieb 103b antreiben. Die Leistungsverzweigung 120 kann hierbei auch schlupfend betrieben werden und kann eine Schaltkupplung, Magnetkupplung, Reibungskupplung oder Viskokupplung sein. Die Leistungsverzweigung 120 kann weiterhin automatisch schaltend, beispielsweise in Abhängigkeit von unterschiedlichen Raddrehzahlen, beispielsweise bei auftretendem Schlupf dieser, schließend ausgelegt sein oder mittels eines in Abhängigkeit von zumindest einem Betriebsparameter, beispielsweise auftretendem Schlupf der Antriebsräder, Überhitzung dieser, Bergauf- oder Bergabfahrt, dem Wirkungsgrad der Elektromaschinen 110a, 110b, Beladung und dergleichen betätigten Aktors 130 betätigt werden. Eine weitere vorteilhafte Auslegung des Getriebes 101 kann vorsehen, dass die beiden Getriebeausgangswellen 103a, 103b jeweils ein Antriebsrad antreiben, wodurch ein Differential entfallen kann.

[0125] Das Getriebe 101 weist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel vier Gänge I-IV auf, wobei die Gänge I und III durch Verbinden der Losräder 112, 113, mittels der Schiebehülse 129 und die Gänge II und IV durch Verbinden der Losräder 114, 115 mittels der Schiebehülse 130 geschaltet werden, wobei diese wiederum durch den Aktor 130 axial verschoben werden. Hierbei ist dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein einziger Aktor 130 mit einer Betätigungseinrichtung 131 vorgesehen, mittels derer beide Schiebehülsen 129 und 130, eine Parksperre 132, die in ein Festrad 126 der Getriebeausgangswelle 103 eingeklinkt werden kann, sowie gegebenenfalls die Leistungsverzweigung 120 betätigt werden. Es versteht sich, dass hierzu auch mehrere Aktoren verwendet werden können. Die Losräder 112, 113, 114, 115 können jeweils mit einem entsprechenden, auf der Getriebeausgangswelle 103, beziehungsweise auf den Strängen 103c, 103d angeordneten Festrädern 116, 117, 118, 119, wobei auch Ausführungsbeispiele vorteilhaft sein können, bei denen zumindest ein Losrad auf der Getriebeausgangswelle 103 und das dazu korrespondierende Festrad entsprechend auf einer der Getriebeeingangswellen 102a, 102b angeordnet ist.

[0126] Weitere Ausführungsbeispiele können vorteilhafterweise Getriebestrukturen aufweisen, bei der eine oder mehrere der Wellen 102a, 102b, 103, 103c, 103d als Hohlwellen ausgebildet und coaxial zueinander angeordnet sein können. Besonders vorteilhaft kann diese Anordnung für die Getriebeausgangswellen 103c, 103d und/oder für die Getriebeeingangswellen 102a, 102b sein, wobei in diesem Fall die Elektromaschinen 110a, 110b – einer Anordnung entsprechend der in Fig. 11 gezeigten – einander entgegengesetzt oder in einer Baueinheit, beispielsweise radial übereinander liegend angeordnet sein können. Die Elektromaschinen 110a, 110b können baugleich, mit gleicher oder unterschiedlicher Leistung sein. Die Gänge I und II und/oder die Gänge III und IV können zur Bildung zweier symmetrischer Getriebehälften gleich übersetzt sein oder unterschiedliche Übersetzungen zur Bildung eines vierstufigen Getriebes 101 aufweisen. Es versteht sich, dass die gezeigten Gangstufen I bis IV vorteilhafterweise durch zwei beispielsweise mittels Bremsbändern oder Schaltkupplungen schaltbare Planetensätze dargestellt werden können, wobei geräuschärmere Getriebe hergestellt werden können und im wesentlichen die gemachten Aussagen über Übersetzungen, Schaltstrategien und Anordnungen übernommen werden können.

[0127] Das gezeigte Ausführungsbeispiel des Getriebes 101 kann in nicht einschränkend zu verstehender Aufzählung folgende Funktionen ausüben:

a) eine angetriebene Achse

– Die Getriebeausgangswelle 103 ist einteilig, der Abtrieb 103b und die Kupplung 120 entfallen. Der Abtrieb 103a treibt ein Antriebsrad oder mittels eines Differentials zwei Antriebsräder an.

– Die Getriebeausgangswelle 103 ist in zwei Stränge 103a, 103b geteilt, die Elektromaschinen 110a, 110b treiben jeweils ein Antriebsrad an. Der Wegausgleich in Kurven wird durch die Elektromaschinen 110a, 110b ausgeglichen, ein Differential entfällt. Als Sperrdifferential zwischen den beiden Abtrieben 103a, 103b kann optional die Leistungsverzweigung 120, beispielsweise ein Leistungsverzweigungsgetriebe, eine Schalt-, Reibungs-, Magnet- oder Viskokupplung, dienen. Bei eingerückter Kupplung 120 treiben eine oder beide Elektromaschinen 110a, 110b den Abtrieb 103a an.

b) zwei angetriebene Achsen

– Die Getriebeausgangswelle 103 ist einteilig, die Leistungsverzweigung 120 entfällt, beide Abtriebe weisen jeweils ein Antriebsrad oder zwei mittels eines Differentials gekoppelte Antriebsräder auf, eine oder beide Elektromaschinen 110a, 110b treiben als permanenter Allradantrieb die Abtriebe 103a, 103b an.

– Die Getriebeausgangswelle 103 ist zweiteilig mit unabhängig voneinander arbeitenden Strängen 103c, 103d ausgebildet, jeweils eine der beiden Elektromaschinen 110a, 110b treibt einen Abtrieb 103a, 103b an, der jeweils ein oder zwei mittels eines Differentials gekoppelte Antriebsräder antreibt. Die beiden Abtriebe 103a, 103b können unterschiedliche Gewichtung aufweisen. Hierzu können die Elektromaschinen 110a, 110b in ihrer Leistung unterschiedlich ausgelegt sein oder mit unterschiedlicher Leistung betrieben werden. Die Übersetzungen der Gänge I bis IV können an die unterschiedliche Gewichtung angepasst sein.

– Die Getriebeausgangswelle 103 ist zweiteilig mit aneinander mittels einer Reibungskupplung 120, einer Leistungsverzweigung wie Leistungsverzweigungsgetriebe, Viskokupplung, Magnetkupplung und dergleichen koppelbaren Strängen 103c, 103d ausgestaltet. Eine oder beide Elektromaschinen 110, 110b wirken entsprechend der Leistungsverzweigung auf beide Abtriebe 103a, 103b. Bei offener Kupplung 120 beziehungsweise Leistungsverzweigung kann die entsprechende Elektromaschine 110a, 110b wie zuvor beschrieben einen Abtrieb 103a, 103b antreiben.

[0128] Der Betrieb eines Fahrzeugs mit dem Getriebe 101 erfolgt mittels der Elektromaschinen 110a, 110b, die beide gleichzeitig oder einzeln Drehmoment in die Getriebeausgangswelle 103 einspeisen können und damit die Antriebsräder antreiben können. Besonders vorteilhaft kann sein, bei niedriger Teillast nur eine Elektromaschine 110a, 110b zu betreiben, vorzugsweise die mit der unter Berücksichtigung der einstellbaren Übersetzungen der Gänge I-IV kleineren Drehzahl. Dabei kann die andere Elektromaschine 110b, 110a mitgeschleppt oder im Falle eines Vierradantriebs mittels der Leistungsverzweigung 120, wobei gleichzeitig die entsprechenden Antriebsräder abgekoppelt werden, und/oder mittels der Schaltkupplungen 129, 130 abgekoppelt werden. Die Synchronisation der Gänge I-IV mit den Drehzahlen der jeweiligen Getriebeeingangswellen 102a, 102b erfolgt über die Ansteuerung der Elektromaschinen 110a, 110b. Während einer Schaltung von Gang I nach Gang III übernimmt die Elektromaschine 110a, während einer Schaltung von Gang II nach Gang IV die Elektromaschine 110b das volle Antriebsmoment. Hierbei kann es vorteilhaft sein, die Elektromaschinen 110a, 110b so auszulegen, beispielsweise mit einer Leistung von 15 bis 50 kW, dass sie kurzzeitig beispielsweise mit 40 bis 300% ihrer Nennleistung überlastbar sind.

[0129] Die Elektromaschine 110a, 110b sind für den Motor- und Generatorbetrieb vorgesehen, so dass ein Antriebsmodus und ein Rekuperationsmodus möglich ist, weiterhin kann der Generatorbetrieb auch bei der Synchronisierung der Schaltvorgänge zum Abbremsen der Getriebeeingangswellen 102a, 102b genutzt werden und gegebenenfalls kann die dabei frei werdende Energie direkt ohne Zwischenspeicherung in einem elektrischen Energiespeicher der jeweils anderen Elektromaschine zugeführt werden. Vorteilhafterweise kann ein derartiger Antrieb sowohl unterstützend in ein Kraftfahrzeug mit Brennkraftmaschine, als auch in ei-



nem nur mit elektrischer Energie, beispielsweise aus einer Brennstoffzelle kommend, betriebenen Fahrzeug eingesetzt werden.

[0130] Fig. 19 zeigt in einem Flussdiagramm den beispielhaften Ablauf eines Übergangs eines Doppelkupplungsgetriebes – hier für das Ausführungsbeispiel 1a der Fig. 1 – während des Übergangs von einer Rekuperationsphase bei abgeschalteter, das heißt stillstehender Brennkraftmaschine, in den Zugbetrieb, wobei eine vorteilhafterweise vor dem Start der Brennkraftmaschine eine Zeitverzögerung, beispielsweise mit einer Dauer von 0,2 bis 3 Sekunden geschaltet werden kann. Zur Überleitung zwischen Rekuperation und Start der Brennkraftmaschine wird beispielsweise ein Unterprogramm 250 in einer Steuereinheit zur Steuerung des Getriebes 1a in einem Startfeld 251 gestartet, wenn für die Geschwindigkeit  $v$  des Fahrzeugs  $v > 0$  gilt und ein Signal  $S$  eine Betätigung des Gaspedals meldet und für die Drehzahl  $n(KW)$  der Kurbelwelle 4 (Fig. 1)  $n(KW) = 0$  (Brennkraftmaschine aus) gilt, wobei zwei parallele Unter-routinen 252, 253 in Gang gesetzt werden. Die Unteroutine 253 setzt das Drehmoment  $M(EM)$  der Elektromaschine 10 im Programmschritt 254 auf Null und steuert die Neutralstellung NEUTRAL der Schiebehülse 30 beziehungsweise 31 des eingelegten Ganges  $G(E)$ , beispielsweise Gang II, IV oder VI, an, das heißt, das Losrad 27, 28 beziehungsweise 29 des Ganges  $G(E)$  ist gegen die Getriebeeingangswelle 2a verdrehbar. Im nachfolgenden Programmschritt 255 wird die Kupplung K2 (Bezugszeichen 5, Fig. 1) geschlossen und die Brennkraft BKM mittels eines Impulsstarts durch Bestromen der Elektromaschine 10 gestartet.

[0131] In der Unteroutine 252 wird parallel aus zumindest einer Betriebsgröße, beispielsweise der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Stellung des Gaspedals, des Luftwiderstands, des zuvor eingelegten Ganges der Drehzahl der Antriebsräder und/oder der nicht angetriebenen Räder, der Getriebeeingangswellen 2a, 2b, der Kurbelwelle 4 oder einer Kombination dieser im Programmschritt 256 der neu einzulegende Gang  $G(Z)$  bestimmt und eine Leistungsanforderung 257 entsprechend dem neu einzulegenden Gang  $G(Z)$  ausgegeben und in Programmschritt 258 zur Steuerung der Brennkraftmaschine BKM ausgewertet, wobei diese entsprechend beschleunigt wird. Parallel wird in den Verzweigungen 259, 260 der beiden Routinen 252, 253 überprüft, ob der neu einzulegende Gang  $G(Z)$  auf der Getriebeeingangswelle GEW1 (2b, Fig. 1) liegt. Liegt der Gang  $G(Z)$  auf der Getriebeeingangswelle 2b wird in Schritt 261  $G(Z)$  eingelegt und die beiden Unter-routinen 252, 253 werden in Schritt 262 zusammengeführt und bei Erreichen einer höheren Drehzahl  $n(KW)$  der Kurbelwelle 4 der Brennkraftmaschine als der Drehzahl  $n(GEW1)$  wird die Kupplung K1 (6 in Fig. 1) in Schritt 258 geschlossen und das Unterprogramm im Schritt 263 beendet.

[0132] Ist der Zielgang  $G(Z)$  nicht auf der Getriebeeingangswelle GEW1, wird in der Unteroutine 253 in Schritt 264 die Kupplung K2 geöffnet und die Getriebeeingangswelle GEW2 mittels der Elektromaschine 10 auf den neu einzulegenden Gang  $G(Z)$  in Schritt 265 synchronisiert und nach Erreichen der Synchronisationsdrehzahl eingelegt. Parallel wird in der Unteroutine 252 in Schritt 266 der nächst höhere Gang  $G(Z+1)$  auf der Getriebeeingangswelle GEW1 eingelegt und anschließend in Schritt 267 die Kupplung K1 solange schlupfend betrieben, bis die Synchronisationsdrehzahl zwischen der Getriebeeingangswelle GEW2 und dem neu einzulegenden Gang  $G(Z)$  erreicht ist. Das Antriebsmoment wird in dieser Zeit über den Gang  $G(Z+1)$  auf die Getriebeausgangswelle 3 (Fig. 1) übertragen. In Schritt 268 werden nach Erreichen der Synchronisationsdrehzahl für den Gang  $G(Z)$  die Unter-routinen 252 und 251 zusammen-

geführt und die Kupplung K1 geöffnet und die Kupplung K2 geschlossen sowie auf das Programmende 263 weitergeleitet.

[0133] Abweichend zu dem Ablauf des Schaltprogramms 250 kann es vorteilhaft sein, bereits während der Rekuperation in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit einen Zielgang einzulegen. Besonders vorteilhaft kann dabei sein, den Zielgang bezüglich einer zu erwartenden Vollastanforderung einzulegen.

[0134] Die Fig. 20 zeigt beispielhaft ein Ausführungsbeispiel eines Doppelkupplungsgetriebes bei dem eine Reibungskupplung zwischen der Kurbelwelle und einer der beiden Getriebeeingangswellen durch zwei Schaltkupplungen ersetzt ist. In weiteren Ausführungsformen können beide Reibungskupplungen durch Schaltkupplungen ersetzt sein. Weiterhin können Doppelkupplungsgetriebe mit Schaltkupplungen im Kraftfluss zwischen der Kurbelwelle und Getriebeeingangswellen gemäß den zuvor gezeigten Ausführungsbeispiele der Fig. 1 bis 10 ein entsprechendes Design aufweisen, beispielsweise mit einer geteilten Ausgangswellen, mit Hohlwellen, als Inline-Getriebe, die Festräder und die Losräder mit den dazugehörigen Schalteinrichtungen, die manuell oder automatisch betätigt sein können, können einheitlich auf den Getriebeeingangswellen oder auf der Getriebeausgangswelle oder aber gemischt auf Getriebeeingangswellen und Getriebeausgangswelle angeordnet sein.

[0135] Das in Fig. 20 dargestellte Ausführungsbeispiel dieser Gruppe von Doppelkupplungsgetrieben mit einer oder beiden Reibungskupplung ersetzenden Schaltkupplungen zeigt ein Doppelkupplungsgetriebe 1201, das mit dem Doppelkupplungsgetriebe 1b der Fig. 2 ähnlich ist, wobei die Funktion der Kupplung 5 (Fig. 2) durch die Schaltkupplungen 1205a übernommen wird. Eine zusätzliche Schaltkupplung 1205b verbindet den Stator 1211 der Elektromaschine 1210 wahlweise mit dem – schematisch angedeuteten – Getriebegehäuse 1250 oder bei geschlossener Schaltkupplung 1205 mit der Kurbelwelle 1204. An beiden Schaltkupplungen können Synchronisationseinrichtungen 1251, 1252 vorgesehen sein. Die Verbindung des Stators 1211 mit der Kurbelwelle 1204 bei geschlossener Schaltkupplung 1205 ermöglicht einen Betrieb der Elektromaschine 1210 mit einer Differenzdrehzahl zur Drehzahl der Kurbelwelle 1204, so dass beispielsweise sehr kleine Differenzdrehzahlen sehr gut aussteuerbar sind und die Einstellung der Synchronisationsdrehzahlen an der Getriebeeingangswelle 1202a im Hinblick auf die Schaltungen der Schaltkupplungen 1205a, 1205b, 1230a besser, schneller und einfacher erfolgen kann.

[0136] Der Start der Brennkraftmaschine erfolgt vorzugsweise in Neutralstellung des Getriebes 1201 bei geöffneter Schaltkupplung 1205a und mit dem Getriebegehäuse 1250 verbundenen Stator 1211. Beim Betrieb der Elektromaschine 1210 beschleunigt der Rotor 1209 die Getriebeeingangswelle 1202a und damit über das Zahnradpaar 1253/1254 die Kurbelwelle 1204 und startet die Brennkraftmaschine. Eine alternative Startmethode kann in der Weise vorgesehen sein, dass die Schaltkupplung 1205a geschlossen, der Stator 1211 mit der Kurbelwelle 1204 verbunden und ein auf der Getriebeeingangswelle 1202a angeordneter Gang VI oder IV mittels der Schaltkupplung 1230a eingelegt ist. Bei betätigten Bremsen des Fahrzeugs wird der Rotor 1209 festgehalten und der Stator 1211 treibt über die Zahnradverbindung 1253/1254 die Kurbelwelle 1204 an.

[0137] Der weitere Betrieb des Fahrzeugs erfolgt wie mit Ausführungsbeispielen mit zwei Reibungskupplungen, wobei bei Schaltungen der Schaltkupplungen 1205a, 1205b jeweils die Elektromaschine 1210 deren Synchronisation durch Beschleunigen und Verzögern der Getriebeeingangs-



welle 1202a mit der Kurbelwelle 1204 unterstützt oder vollständig übernimmt, so dass die Synchronisationseinrichtungen 1251, 1252 entfallen können.

[0138] An dem dem mit der Schaltkupplung 1205a versehenen Ende entgegengesetzten Ende der Getriebeeingangswelle 1202a kann ein Nebenaggregat 1255 mit dieser verbindbar oder verbunden angeordnet sein, das beim Stillstand des Fahrzeugs mittels der Elektromaschine 1210 angetrieben, das heißt weiterbetrieben werden kann. Es versteht sich, dass in Wirkverbindung zu der Getriebeeingangswelle 1202a weitere Nebenaggregate angeordnet sein können, die beispielsweise mittels eines Umschlingungsmitteltriebs mit dem Nebenaggregat 1255 verbunden sein können.

[0139] Die Fig. 21 zeigt in schematischer Darstellungsweise ein dem Doppelkupplungsgetriebe 1 der Fig. 1 ähnliches Ausführungsbeispiel eines Doppelkupplungsgetriebes 301 mit zwei Getriebewellen 302a, 302b sowie zumindest eine Ausgangswelle 303, die über ein Differential, eine Leistungsverzweigung wie Viskokupplung, Leistungsverzweigungsgetriebe und/oder dergleichen mit zumindest einem Antriebsrad, vorzugsweise zwei beziehungsweise vier Antriebsrädern antriebsmäßig verbunden ist und damit das Antriebsmoment auf das zumindest eine Antriebsrad zur Fortbewegung des Fahrzeugs überträgt, wobei ein von den Rädern zum Zwecke der Rekuperation eingetragenes Schubmoment auch in umgekehrter Drehmomentrichtung in das Getriebe eingetragen werden kann. Zwischen der von einer Brennkraftmaschine angetriebenen Kurbelwelle 304 und den Getriebeeingangswellen 302a, 302b ist jeweils eine Reibungskupplung 305, 306 vorgesehen, die die entsprechende Getriebeeingangswelle 302a, 302b von der Kurbelwelle 304 abkoppelbar vorsieht. Im Verlauf des Drehmoments zwischen der Kurbelwelle 304 und den Kupplungen 305, 306 kann optional jeweils eine Dämpfungseinrichtung zur Dämpfung von Torsionsschwingungen und/oder Axial- oder Taumelschwingungen vorgesehen sein, beispielsweise ein zwischen zwei Kurbelwellenästen 304, 304a angeordnetes Zweimassenschwungrad 307 oder ein Torsionsschwingungsdämpfer in zumindest einer der Kupplungsscheiben der Kupplungen 305, 306. Es versteht sich, daß das Zweimassenschwungrad – wie an sich bekannt – in zumindest eine vorzugsweise beide Kupplungen 305, 306 integriert sein kann, wobei in einer bevorzugten Ausführungsform ein Zweimassenschwungrad mit Doppelkupplung, besonders vorteilhaft sein kann. Die Kupplungen 305, 306 sind vorzugsweise als Reibungskupplungen mit jeweils einer Anpreßplatte und einer mit dieser axial verlagerbaren, drehfest verbundenen Druckplatte gebildet. Es können in besonderen Anwendungsfällen auch Nasskupplungen, beispielsweise in Lamellenbauweise oder ähnlichen Wandlerüberbrückungskupplungen von Drehmomentwandlern, vorteilhaft sein, die in das Getriebe integriert sein können. Es versteht sich, dass hierbei alle Vorteile bezüglich des Aufbaus von Wandlerüberbrückungskupplungen wie beispielsweise profilierte Reibbeläge, Kolbensteuerungen für den die Wandlerüberbrückungskupplung ansteuernden Kolben, Reibbelagskühlung und dergleichen vorteilhaft sein können. Bei Verwendung von Reibungskupplungen sind axial zwischen Druckplatte und Anpreßplatte Reibbeläge vorgesehen, die an einer drehschlüssig mit der jeweiligen Getriebeeingangswelle 302a, 302b in Verbindung stehenden Kupplungsscheibe befestigt sind. Der Reibeingriff zwischen Druckplatte und Anpreßplatte einerseits und den Reibbelägen andererseits wird vorzugsweise durch einen axial verlagerbaren, Anpreßplatte und Druckplatte axial verspannenden Energiespeicher beispielsweise eine Tellerfeder vorgesehen, die durch eine Ausrückvorrichtung vorzugsweise axial betätigt wird, wobei die Vorspannung zwischen der Anpreßplatte, den Reibbelägen

und der Druckplatte bei ausgerichteter Kupplung und damit ein Reibschluss zwischen Kurbelwelle 304 und Getriebeeingangswelle 302a, 302b aufgehoben wird. Es versteht sich, daß bei Verwendung einer Doppelkupplung eine Anpreßplatte für beide Kupplungen 305, 306 vorgesehen werden kann, sowie eine Ausrückvorrichtung beide Kupplungen betätigen kann und zwischen eingerückter und ausgerückter Kupplung schlupfende Kupplungszustände mit einem verminderten übertragbaren Drehmoment einstellbar sind. Bezüglich einer einzusetzenden Doppelkupplung kann weiterhin eine selbstnachstellende Kupplung vorgesehen sein, die in der DE 100 17 815.4, die hiermit voll inhaltlich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist, näher erläutert und beschrieben ist.

[0140] Die zumindest eine Ausrückvorrichtung kann automatisch mittels eines Aktors betätigt werden. Der Aktor kann hierbei elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder in einer Kombination dieser wirksam sein, wobei beispielsweise ein elektrischer Aktor einen Geberzylinder beaufschlagen kann, der den Betätigungsimpuls über eine hydraulische Strecke auf einen Nehmerzylinder überträgt, der die Tellerfeder axial unter Zwischenschaltung eines Ausrücklagers axial verlagert. Weiterhin kann ein elektrischer Aktor als Drehantrieb für einen Axialantrieb direkt um die Getriebeeingangswelle 302a, 302b angeordnet sein, wobei ein oder zwei, beispielsweise ineinander geschachtelte Axialantriebe die Kupplungen 305, 306 betätigen können.

[0141] Zwischen den Getriebeeingangswellen 302a, 302b und der Getriebeausgangswelle 303 sind die Gänge oder Übersetzungsstufen I, II, III, IV, V, VI, R zur Bildung des Getriebes 301 mit hier sechs Vorwärts- und einem Rückwärtsgang vorgesehen, wobei diese bezüglich ihrer Übersetzung altemierend auf den Getriebeeingangswellen 302a, 302b angeordnet sind. Der Rückwärtsgang R ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel auf der Getriebeeingangswelle 302b angeordnet, kann in weiteren Ausführungsbeispielen jedoch auch auf der Getriebeeingangswelle 302a, beispielsweise benachbart zu Übersetzungsstufe VI, vorgesehen sein. Aus der Anordnung der Übersetzungsstufen resultiert ein Schalten der Gänge in der Weise, dass beispielsweise auf der Getriebeeingangswelle 302b ein Gang I eingelegt und die Kupplung 306 geschlossen und bei geöffneter Kupplung 305 während des Antriebs des Fahrzeugs über die Getriebeeingangswelle 302b und die Getriebeausgangswelle 303 mit dem Gang I der nächst folgende Gang II bereits eingelegt werden kann und im Moment der Schaltung ohne Zugkraftunterbrechung nur die Kupplung 305 geschlossen und die Kupplung 306 geöffnet wird. Hierbei können beispielsweise zur Erhöhung des Fahrkomforts die Kupplungen 305, 306 überschneidend geschaltet werden, das heißt, dass in einem Betriebsbereich beide Kupplungen 305, 306 in schlupfender Betriebsweise Drehmoment von der Brennkraftmaschine auf die Getriebeausgangswelle 303 übertragen.

[0142] Nach dem erfinderischen Gedanken ist mit der Getriebeeingangswelle 302a eine Elektromaschine 310 antriebsmäßig verbunden oder um diese mit dieser verbindbar angeordnet. In den gezeigten Ausführungsbeispielen ist der Rotor 309 mit der Rotorwelle 309a radial innerhalb des Stators 311, der gehäusefest mit dem Getriebegehäuse oder einem anderen feststehenden Bauteil verbunden ist, angeordnet.

[0143] In der schematischen Darstellungsweise teilt sich der Kurbelwellenstrang 304a – wie hier gezeigt – über einen Formschluss bildende Verbindung wie Zahnradverbindung mit einem zur Kurbelwellenstrang 304a koaxialen Zahnrad 304b und zwei mit diesem kämmenden Zahnradern 304c, 304d, die jeweils koaxial auf einem Eingangsstrang 304e, 304f für die Kupplungen 305, 306 der Getriebeein-

gangswellen 302a, 302b angeordnet sind, wobei zwischen den Zahnrädern 304b, 304c beziehungsweise 304b, 304d die Übersetzung  $i = 1$  oder eine von  $i = 1$  unterschiedliche Übersetzung eingestellt sein kann und auch die Übersetzungen  $i$  zwischen den Zahnrädern 3041b, 304c und den Zahnrädern 304b, 304d unterschiedlich und damit eine unterschiedliche Übersetzungs- beziehungsweise Untersetzung zwischen den Getriebeeingangswellen 302a, 302b vorgesehen sein kann. Es versteht sich, dass die hier gezeigte Anordnung der Wellen 302a, 302b, 303 in einer Ebene nicht für alle Getriebe dieser Art vorteilhaft sein muß sondern vielmehr die Wellen in einer räumlichen Anordnung zueinander einen geringeren Bauraum benötigen können. Weiterhin können die Getriebeeingangswellen 302a, 302b als umeinander angeordnete Wellen ausgeführt sein, wobei eine Getriebeeingangswelle 302a, 302b als Hohlwelle ausgestaltet ist, in der die andere geführt ist. Die beiden Kupplungen 305, 306 trennen die Getriebeeingangswellen 302a, 302b von der Kurbelwelle 304 und unterbinden in ausgerücktem Zustand damit den Drehmomentanschluss zur und von der Brennkraftmaschine.

[0144] Auf der Getriebeeingangswelle 302b sind die Losräder 312, 313, 314, 315 zur Bildung der Übersetzungsstufen I, III, V, R drehbar von der Kupplung 306 beginnend mit der kleinsten Übersetzung beziehungsweise größten Untersetzung (Gang I) mit steigender Übersetzung angeordnet und mittels der Schaltmuffen oder Schiebehülsen 316, 317, die jeweils zwei Gänge I, III beziehungsweise V, R schalten, indem sie jeweils eines der Losräder 312, 313 beziehungsweise 314, 315 in an sich bekannter Weise mit der Getriebeeingangswelle 302b drehfest verbinden oder in einer Neutralstellung, in der kein Gang geschaltet wird, positioniert sind. Die Losräder 312, 313, 314, 315 kämmen zur Bildung der Übersetzungen der Gänge I, III, V, R mit jeweils einem auf der Abtriebswelle 303 drehfest angeordneten Festrad 318, 319, 320, 321, wobei zur Bildung des Rückwärtsganges R zwischen dem Festrad 321 und dem Losrad 315 ein Reversierad 322 mit beiden kämmt. Die Schaltmuffen 316, 317 werden mittels des Endbetätigungsmechanismus 430' beispielsweise mittels nicht dargestellter Schaltgabeln betätigt. Die Übersetzungsstufen V, R verfügen über jeweils eine Synchronisationseinrichtung 325, 326. Bei den Übersetzungsstufen I, III werden die Synchronisationseinrichtungen weggelassen. Die Synchronisation der Getriebeeingangswelle 302b auf die Drehzahl der Getriebeausgangswelle 303 während eines Schaltvorgangs von der Übersetzungsstufe I nach III erfolgt durch eine Anbremsen der Getriebeeingangswelle 302b mittels der Synchronisationseinrichtung 325 der Übersetzungsstufe V. Hierzu wird mit dem Endbetätigungsmechanismus 430' nach dem Auslegen von Gang I die Synchronisationseinrichtung 325 betätigt und Gang III eingelegt. Die räumliche Abfolge der Übersetzungsstufen I, III, V kann erfindungsgemäß so gewählt sein, dass das Auslegen der Übersetzungsstufe I und das Einlegen der Übersetzungsstufe III in derselben axialen Bewegungsrichtung des Endbetätigungsmechanismus 323 verläuft wie das Anbremsen der Synchronisationseinrichtung 325. Es versteht sich, dass in entsprechender Weise auch die Getriebeeingangswelle 302b bei einem Wechsel von der Übersetzungsstufe II in die Übersetzungsstufe IV mittels eines entsprechenden Endbetätigungsmechanismus synchronisiert werden kann, wobei hierzu an der Übersetzungsstufe VI eine entsprechende Synchronisationseinrichtung vorzusehen wäre. Die Elektromaschine 310 als die Synchronisation der Getriebeeingangswelle 302a übernehmende Einheit könnte dann – müsste aber nicht zwangsläufig – entfallen oder könnte um die Getriebeeingangswelle 302b angeordnet sein. Weiterhin kann der Rückwärtsgang auch der Schiebehülse 331, die den Gang VI schaltet, zugeordnet sein, wobei

die Schiebehülse 317 nur noch den Gang V betätigt oder einen zusätzlichen Gang VII, der höher als Gang VI übersetzt ist und an dem dann die erfindungsgemäße Synchronisationseinrichtung anzubringen wäre.

[0145] Mit der Getriebeeingangswelle 302a ist an dem der Kupplung 305 entgegengesetzten Ende dieser die Elektromaschine 310 über deren Rotorwelle 309a über einen Formschluss in Umfangsrichtung verbunden, beispielsweise angeflanscht, axial verzahnt oder dergleichen. Hierbei kann die Elektromaschine 310 außerhalb des Getriebegehäuses angeordnet sein, wobei die Rotorwelle 309a oder die nach außen geführte Getriebeeingangswelle 302a gegen das Gehäuse abgedichtet ist. Alternativ kann die Elektromaschine 310 im Getriebegehäuse untergebracht sein, wobei es vorteilhaft sein kann, diese separat zu kapseln.

[0146] Weiterhin sind auf der Getriebeeingangswelle 302a die geraden Übersetzungsstufen oder Gänge II, IV, VI angeordnet, wobei der Gang II bezüglich seiner Übersetzung zwischen Gang I und Gang III, Gang IV zwischen Gang III und Gang V und der Gang VI als Overdrive mit der größten Übersetzung ausgelegt ist. Zur Bildung der Gänge II, IV, VI sind auf der Getriebeeingangswelle 302a die Losräder 327, 328, 329 verdrehbar angeordnet und mittels der Schaltmuffen 330, 331, die in gleicher Weise wie die Schaltmuffen 316, 317 von dem Endbetätigungsmechanismus 323 angesteuert sein können, mit der Getriebeeingangswelle 302a drehfest verbindbar, wobei die Schaltmuffe 330 wahlweise einen der beiden Gänge II oder IV schalten oder in Neutralstellung, in der keiner der beiden Gänge II, IV geschaltet ist, stehen kann und die Schaltmuffe 331 den am höchsten übersetzten Gang VI schaltet oder in Neutralstellung positioniert ist. Die Losräder 327, 328, 329 kämmen mit denselben Festrädern 318, 319, 320 wie die Losräder 312, 313, 314 der Getriebeeingangswelle 302b und werden vorteilhafterweise mit demselben Endbetätigungsmechanismus 430' betätigt wie die Gänge I, III, V. Die Gänge II, IV, VI können in derselben Weise wie die Gänge I, III, IV der Getriebeeingangswelle 302b mittels nicht dargestellter Synchronisationseinrichtungen synchronisiert sein. Alternativ können diese weggelassen werden, wobei eine Synchronisation der Losräder 327, 328, 329, die über die Festräder 318, 319, 320 an die Drehzahl der Getriebeausgangswelle 303 gekoppelt sind, über die Elektromaschine 310 erfolgt, die die Getriebeeingangswelle 302a hierzu zum Erzielen der Synchronisationsdrehzahl antreibt oder bremst. Bei Rückschaltvorgängen, beispielsweise von Übersetzungsstufe III nach II oder IV nach II kann die entsprechende Getriebeeingangswelle 302a, 302b durch kurzzeitiges Schließen der entsprechenden Kupplung 305, 306 durch ein von der Brennkraftmaschine eingetragenes Drehmoment beschleunigt werden.

[0147] Die Schaltmuffen 316, 317, 330, 331 werden über entsprechende – nicht dargestellte – Schaltgabeln betätigt, die diese entlang der Getriebeeingangswellen 302a, 302b axial verschieben. Die Betätigung der Schaltgabeln erfolgt dabei automatisiert mittels eines oder mehrerer ebenfalls nicht dargestellter Aktoren, beispielsweise über eine entsprechende Kinematik – wie beispielsweise dem Endbetätigungsmechanismus 430' – ansteuernde Elektromotoren und/oder elektrische, hydraulische und/oder pneumatische Ventile. Dabei kann es vorteilhaft sein, nicht für jede Schiebehülse einen Aktor sondern einen Aktor für die Wahlbewegung zur Auswahl jeweils einer Schiebehülse 330, 331 beziehungsweise 316, 317 und einen weiteren Aktor für die Schaltbewegung der ausgewählten Schaltgabel und damit der Schaltmuffe vorzusehen. Vorteilhaft kann weiterhin sein, die beiden Wählaktoren und die beiden Schaltaktoren zu jeweils einem Aktor zusammenzufassen, wobei der erfinderische Gedanke darin besteht, auf

der einen Getriebeeingangswelle 302a, 302b einen Gang einzulegen, ohne auf der anderen Getriebeeingangswelle 302b, 302a einen eingelegten Gang wieder herauszunehmen, der ebenfalls in derselben Schalt- und Wählordnung aktiviert wird.

[0148] Ein weiteres vorteilhaftes Ausgestaltungsbeispiel kann eine Axialantrieb mit einem elektrischen Drehantrieb sein, der jeweils um die Schaltmuffen 316, 317, 330, 331 angeordnet ist und daher keine weiteren Vorrichtungen zur Bewegungsübertragung wie Gestänge und dergleichen benötigt. Ein derartiger Axialantrieb ist unter der Fig. 23 der deutschen Anmeldung mit dem Aktenzeichen DE 100 15 205.8 beschrieben, die voll inhaltlich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist. Letztendlich kann die Verwendung eines Endbetätigungsmechanismus 430' mit einem Hauptbetätigungs- und zumindest einem Nebenbetätigungselement besonders vorteilhaft sein, wie er in den Fig. 23 bis 35c näher erläutert ist.

[0149] Die Funktionsweise des Doppelkupplungsgetriebes 301 wird anhand typischer Betriebsweisen wie Kaltstart und Warmstart der Brennkraftmaschine, typischer Hochschaltvorgang, typischer Rückschaltvorgang, Hoch- und Rückschaltvorgang von auf einer Getriebeeingangswelle 302a, 302b angeordneten Gängen, Unterstützungsfunktion des Antriebs durch die Elektromaschine 310, alleiniges Fahren mit der Elektromaschine 310, Generatorfunktion der Elektromaschine 310, Rekuperation beispielhaft erläutert.

[0150] Der Kaltstart, beispielsweise bei Außentemperaturen unter 0°C, kann bei diesem Ausführungsbeispiel über einen Impulsstart erfolgen: Hierzu sind bei einem Fahrwunsch in Vorwärtsrichtung anfangs beide Kupplungen 305, 306 geöffnet und die Schiebepöhlen 317, 330, 331 in Neutralstellung. Die Schaltmuffe 316 verbindet das Losrad 312 des Ganges I drehfest mit der Getriebeeingangswelle 302b, der erste Gang, also Gang I ist eingelegt. Die Elektromaschine 310 wird bestromt und erreicht die vorgegebene Impulsdrehzahl, beispielsweise 2000 bis 6500 U/min. Die Impulsdrehzahl kann dabei in Abhängigkeit von Motorkennwerten wie beispielsweise Verdichtung, Hubraum, Zylinderzahl und/oder dergleichen, Außentemperatur, Öltemperatur, der Ruhezeit des Fahrzeugs, der Viskosität des Motor- und/oder des Getriebeöls und/oder dergleichen variabel oder werkseitig fest eingestellt werden. Die Kupplung 305 wird geschlossen und die Brennkraftmaschine gestartet unmittelbar nach dem Start wird die Kupplung 306 geschlossen und das Fahrzeug fährt an. Die Elektromaschine 310 wird anschließend als Generator betrieben, die dabei erzeugte elektrische Energie wird an einen elektrischen Energiespeicher wie einen Akkumulator, eine Hochstrombatterie, einen Hochleistungskondensator und/oder dergleichen abgegeben. Vorteilhaft können Kombinationen dieser mit entsprechender Leistungselektronik sein, die darauf ausgelegt sind, sowohl besonders effektiv elektrische Energie längere Zeit zu speichern und in einem Kurzzeitspeicher schnell hohe Energiedichten mit hohem Wirkungsgrad aufzunehmen und auch wieder schnell abzugeben. Hierzu eignen sich insbesondere Energiespeichermethoden, die physikalische Energieeffekte wie Ladungsverteilungen, den Aufbau elektromagnetischer Felder und dergleichen benutzen, während für eine Langzeitspeicherung elektrischer Energie insbesondere über elektrochemische Stoffumwandlungen wie Akkumulatoren, Batterien oder dergleichen vorteilhaft genutzt werden kann, wobei über entsprechende, beispielsweise diodenartige Schaltungen ein Energieaustausch bei unterschiedlichen Ladungszuständen, Spannungen kontrolliert oder ausgeschlossen wird.

[0151] Ein Warmstart der Brennkraftmaschine in betriebswarmen Zustand oder bei Außentemperaturen beispiels-

weise über 0°C kann ein Beschleunigen der Elektromaschine 310 auf Impulsdrehzahl entfallen und bei geschlossener Kupplung 305 direkt gestartet werden. Dadurch kann ein wesentlich schnellerer Start der Brennkraftmaschine erzielt werden. Es versteht sich, dass die Elektromaschine 310 bei stärkerer Auslegung, beispielsweise je nach Größe der Brennkraftmaschine bei einem Drehmoment von 100 Nm bis 250 Nm ebenfalls auf einen Impulsstart verzichten kann, wobei sich für den effizienten Gebrauch der Elektromaschine 310 als Startergenerator mit Nutzung der Rekuperation sowie unterstützenden und kurzzeitigen alleinigen Betrieb des Fahrzeugs eine Auslegung des Drehmoments in Abhängigkeit von der Fahrzeuggröße und -gewicht zwischen 80 und 200 Nm als besonders vorteilhaft erwiesen hat.

[0152] Sobald das Fahrzeug beispielsweise in Gang I angefahren ist, wird die Kupplung 305 geöffnet und mittels der Schaltmuffe 330 Gang II eingelegt. Zur Aktivierung des Ganges bei einer entsprechenden Fahrsituation, beispielsweise bei Erreichen einer bestimmten Drehzahl der Brennkraftmaschine wird Kupplung 305 geschlossen und Kupplung 306 geöffnet. In gleicher Weise werden die folgenden Gänge III bis VI geschaltet, indem der nächst folgende Gang bei geöffneter Kupplung 305 oder 306 bereits eingelegt und dann durch einen Drehmomentwechsel von einer Getriebeeingangswelle auf die andere durch Öffnen der einen und Schließen der anderen Kupplung 305, 306 aktiviert wird. In umgekehrter Reihenfolge, wird zurückgeschaltet. Die Wahl des nächstfolgenden Ganges kann durch Auswertung der Fahrsituation wie beispielsweise der Geschwindigkeit, der Beschleunigung, der Richtung der Beschleunigung, der Drehzahlen der Getriebeeingangswellen, der Getriebeausgangswelle, der Antriebsräder, der nicht angetriebenen Räder, der Querbeschleunigung, dem Kraftstoffverbrauch, der Gaspedalstellung, der Beladung des Fahrzeugs, einer Anhängelast und/oder ähnlichen Parametern erfolgen. Hierzu kann es vorteilhaft sein, ein Steuergerät für das Getriebe 301 in ein Gesamtsteuergerät des Fahrzeugs zu integrieren oder mit diesem zu vernetzen und die Meßparameter und Kennlinien weiterer Fahrzeugkomponenten wie Sensorsignale, Kennlinien der Brennkraftmaschine, von Nebenaggregaten, Bremsanlage, Kraftstoffversorgungseinrichtung und/oder dergleichen auszuwerten.

[0153] In bestimmten Fahrsituationen kann es vorteilhaft sein Vor- und Rückschaltungen vorzunehmen, bei denen ein momentan benutzter und ein Zielgang, in den geschaltet werden soll, auf der gleichen Getriebeeingangswelle 302a angeordnet sind, wie bei einer Schaltung von Gang II nach Gang IV, von Gang IV nach Gang VI. Hierzu wird beispielhaft die Schaltung von Gang II nach Gang IV auf der Getriebeeingangswelle 302a näher erläutert. Nach einer Beschleunigung des Fahrzeugs im Gang II wird die Kupplung 305 geöffnet und zwischenzeitlich die Kupplung 306 mit eingelegtem Gang III geschlossen, wodurch die Drehzahl der Brennkraftmaschine an den Gang III angepasst werden kann und sich dadurch senkt. Hierbei muß die Getriebeeingangswelle 302a, die im Extremfall mit Nenndrehzahl der Brennkraftmaschine drehen kann, auf die neue Synchrondrehzahl für den Gang IV abgebremst werden. Um gegebenenfalls vorhandene Synchronringe nicht überdimensioniert auslegen zu müssen beziehungsweise bei vorgesehener Synchronisation durch die Elektromaschine 310 lange Synchronisationszeiten wegen der bei diesen Drehzahlen nur mit schlechtem Wirkungsgrad arbeitenden Elektromaschine 310 zu vermeiden, kann die Synchronisation durch Abbremsen der Getriebeeingangswelle 302a durch kurzzeitiges Schließen der Kupplung 305 erfolgen, wobei das Bremsmoment der Getriebeeingangswelle 302a durch das Moment der

Brennkraftmaschine bereitgestellt wird.

[0154] Bei einer Rückschaltung von einem aktivierten Gang in einen Gang auf derselben Getriebeeingangswelle 302a, das heißt von Gang VI auf Gang IV oder von Gang IV auf Gang II, beispielsweise wenn das Fahrzeug mit niedriger Drehzahl der Brennkraftmaschine gefahren wird und eine schnelle Beschleunigung vom Fahrer gewünscht wird, beispielsweise über eine Kick-Down-Betätigung des Fahrpedals, wird das Antriebsmoment zur Zugkraftauffüllung über die Getriebeeingangswelle 302b geführt. Am Beispiel einer Rückschaltung von Gang IV nach Gang II soll die Vorgehensweise für diesen Schaltmodus näher erläutert werden. Nach der Lastanforderung wird zuerst die Brennkraftmaschine auf Vollast beschleunigt und die Kupplung 305 nur kurzzeitig zum lastfreien Ausrücken der Schiebühse 330 geöffnet und dann wieder teilweise geschlossen, das heißt schlupfend betrieben, so dass nur ein Teil des von der Brennkraftmaschine bereitgestellten Drehmoments in die Kupplung 305 und dadurch in die Getriebeeingangswelle 302a eingeleitet wird. Die Kupplung 305 kann dabei so angesteuert werden, dass nur ein vorgegebenes Moment auf die Getriebeeingangswelle 302a übertragen wird. Als zumindest eine Meßgröße zur Steuerung der Kupplung 305 kann hierbei zumindest eine Drehzahl der Kurbelwelle 304, der Getriebeeingangswellen 302a, 302b und/oder der Getriebeausgangswelle 303 dienen. Durch den begrenzten Drehmomenteintrag erhöht die Brennkraftmaschine ihre Drehzahl, wodurch diese die Synchrondrehzahl für den Gang III auf der Getriebeeingangswelle 302a erreicht. Die Kupplung 306 wird zuerst teilweise geschlossen, das heißt schlupfend betrieben und Gang III wird mittels der Schaltmuffe 316 geschaltet, während Kupplung 305 ganz geschlossen wird, wobei die Brennkraftmaschine unter optionaler Mitwirkung der Elektromaschine 310 die Getriebeeingangswelle 302a auf die neue Synchrondrehzahl des Ganges II beschleunigt. Nach Erreichen dieser wird Kupplung 306 vollständig ausgerückt und Gang II mittels der Schaltmuffe 330 eingelegt.

[0155] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, beim Anfahren im Gang I den Gang II nicht sofort einzulegen, sondern die Kupplung 305 geschlossen zu halten und die Elektromaschine 310 solange über diese Kupplung die Getriebeeingangswelle 302a als Generator zur Erzeugung elektrischer Energie anzutreiben, bis der Fahrer das Gaspedal betätigt. Da der Beschleunigungsvorgang im Gang I sehr kurz ist, sollte der Synchronisations- und Schaltvorgang daher in kurzer Zeit, beispielsweise in weniger als 1 s, vorzugsweise in weniger als 0,5 s abgeschlossen sein. Hierzu wird vor dem Anfahren bei geschlossener Kupplung 305 die Getriebeeingangswelle 302a durch die auf Vollast beschleunigte Brennkraftmaschine beschleunigt und nach dem Anfahren in Gang I sofort Kupplung 305 geöffnet und die drehende Getriebeeingangswelle 302a auf die Synchronisationsdrehzahl des Ganges II von der Elektromaschine 310 im Generatorbetrieb und/oder einer gegebenenfalls vorhandenen Synchronisationseinrichtung verzögert. Es versteht sich, dass das Fahrzeug nicht immer im Gang I angefahren werden muß, vielmehr kann es insbesondere bei schweren Fahrzeugen vorteilhaft sein, dieses mit dem Gang II anzufahren und den Gang I nur für sehr starke Steigungen oder als Kriechgang zu benutzen. In diesem und anderen Fällen spezieller Ausführungen von Doppelkupplungsgetrieben kann es vorteilhaft sein, die Elektromaschine an der Getriebeeingangswelle mit dem Gang mit der kleinsten Übersetzung – wie beispielsweise in diesem Getriebe 301 die Elektromaschine 310 an der Getriebeeingangswelle 302b – vorzusehen.

[0156] Beim Betrieb des Fahrzeugs unter Zug kann die Elektromaschine 310 wie bereits er wähnt als Generator zur

Stromerzeugung betrieben werden. Weiterhin kann im Schubetrieb die Elektromaschine 310 rekuperieren, das heißt, aus der kinetischen Energie des Fahrzeugs, die über die Getriebeausgangswelle 303 in das Getriebe 301 eingeleitet wird, im Generatorbetrieb elektrische Energie gewinnen. Hierzu können beide Kupplungen 305, 306 geöffnet sein, wobei in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs ein für den optimalen Wirkungsgrad bei Nenn-drehzahl der Elektromaschine 310 geeigneter Gang II, IV oder VI eingelegt werden kann. Es versteht sich, dass es vorteilhaft sein kann, in bestimmten Fahrsituationen die Brennkraftmaschine nicht abzukoppeln, um beispielsweise sein Schleppmoment zu nutzen, insbesondere wenn eine Erzeugung von elektrischer Energie beispielsweise bei voll geladenem Energiespeicher nicht nötig ist. Weiterhin kann die Brennkraftmaschine zusätzlich zur Steuerung eines gezielten Rekuperationsmomentes beispielsweise schlupfend zugeschaltet werden, wie bei glatter Fahrbahn und/oder zum Erreichen einer konstanten Verzögerung an Steigungen oder Gefällen. Weiterhin kann die Elektromaschine 310 im Zugmodus der Brennkraftmaschine bei geöffneter Kupplung 305 und einem Drehmomentfluss über die Getriebeeingangswelle 302b mittels eines der Gänge II, IV, VI als Generator bei optimalen Drehzahlen nahe des Wirkungsgradoptimums betrieben werden.

[0157] Fig. 22 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Doppelkupplungsgetriebes 401 mit gegenüber dem Doppelkupplungsgetriebe 301 der Fig. 21 veränderter Anordnung der Übersetzungsstufen I, II, III, IV, V, VI, R mit prinzipiell gleicher Funktion, wobei die nicht dargestellte Elektromaschine mit einer der beiden Getriebeeingangswellen 402a, 402b oder einer der beiden Getriebeausgangswellen 403a, 403b abkoppelbar oder fest wirkverbunden sein kann oder weggelassen werden kann, wobei dann die unter Fig. 21 beschriebenen von der Elektromaschine abhängigen Funktionen entfallen.

[0158] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Getriebeeingangswellen 402a, 402b coaxial, die Getriebeeingangswelle 402b als Hohlwelle um die Getriebeeingangswelle 402a angeordnet. Über die Kupplungen 405, 406, vorzugsweise außerhalb des Getriebes 401 als Doppelkupplung ausgeführt, sind die Getriebeeingangswellen 402a, 402b vorzugsweise unter Zwischenschaltung einer Dämpfungseinrichtung 407 mit der Kurbelwelle 404 einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine unabhängig voneinander verbindbar. Die Getriebeausgangswelle ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel in die beiden Äste 403a, 403b geteilt, auf denen jeweils die Losräder 412, 413, 414, 415 beziehungsweise 416, 417, 418 mittels der Schiebühlsen 416, 417 beziehungsweise 438, 431 mit diesen verbindbar angeordnet. Zur Bildung der Radsätze für die einzelnen Übersetzungsstufen kämmen die Losräder mit auf den Getriebeeingangswellen 402a, 402b drehfest aufgenommenen Feststrähnen 427, 428 beziehungsweise 432, 433, 434. Die Übersetzungsstufen I und III sind im Wirkeingriff zwischen der hohlwellenförmigen Getriebeeingangswelle 402b und der Getriebeausgangswelle 403b, die Übersetzungsstufen V, R mit Getriebeeingangswelle 402b und der Getriebeausgangswelle 403a angeordnet. Die Getriebeeingangswelle 402a ist gegenüber der Getriebeeingangswelle 402 von den Kupplungen 405, 406 abgewandt axial erweitert, an der axialen Erweiterung sind in Wirkverbinding zur Getriebeausgangswelle 403 die Übersetzungsstufen IV und VI angeordnet, in Wirkverbinding zur Getriebeausgangswelle 403 die Übersetzungsstufe II. Weiterhin nimmt die Getriebeausgangswelle 403a die Parksperr P auf. Die Synchronisation der Getriebeeingangswellen 402a, 402b erfolgt während Schaltvorgängen auf einer Getriebeeingangswelle 402a, 402b je-

weils über eine einzige an der entsprechenden Getriebeeingangswelle 402a, 4102b angeordneten Synchronisiereneinrichtung, beispielsweise bei einer Schaltung von der Übersetzungsstufe I nach III mittels der Synchronisiereneinrichtung 425 an der Übersetzungsstufe V oder bei einer Schaltung von Übersetzungsstufe II nach IV an der Synchronisierungseinrichtung 426 an der Übersetzungsstufe VI. Hierbei wird das jeweils an den Synchronisierungseinrichtungen 425, 426 über die Losräder 415 beziehungsweise 428 der Getriebeeingangswellen 402a, 402b übertragen. Der Rückwärtsgang R wird mittels einer eigenen Synchronisierungseinrichtung 436 synchronisiert.

[0159] Die Schaltung der Übersetzungsstufen erfolgt durch sogenannte Endausgangsmechanismen, zu denen die Schiebehülsen 416, 417, 438, 431 und nicht dargestellte, die Schiebehülsen axial verlagernde Schaltgabeln gehören. Die Endausgangsmechanismen werden von einem Endbetätigungsmechanismus, der wiederum mittels einer entsprechenden Aktorik angetrieben wird, betätigt. Vorteilhafterweise ist der Endbetätigungsmechanismus 430, der in Fig. 22 nur schematisch angedeutet wird, so ausgebildet, dass er mittels einer Aktorik die Übersetzungsstufen beider Getriebeeingangswellen 402a, 402b schalten kann.

[0160] Fig. 23 zeigt hierzu beispielsweise einen Endbetätigungsmechanismus 430, wie er für das Getriebe 401 der Fig. 22 und in einer entsprechend an die Getriebestruktur angepassten Ausführung als Endbetätigungsmechanismus 430' für das Getriebe 301 in Fig. 21 sowie nach entsprechender Anpassung an jedes weitere Getriebe mit einer Synchronisierungseinrichtung am letzten Gang verwendet werden kann. Es versteht sich, dass der nachfolgende Endbetätigungsmechanismus nach entsprechender Anpassung für jede weitere Getriebeform, beispielsweise weitere Formen von Lastschaltgetrieben oder automatisierten Getrieben mit Zugkraftunterbrechung zur Minimierung der Schaltzeiten vorteilhaft sein kann.

[0161] Das Ausführungsbeispiel des Endbetätigungsmechanismus 430 nach dem Gedanken der Erfindung in Fig. 23 besteht aus der von einer – nicht dargestellten – Aktorik betätigten Schaltwelle 462 und den Eingriffsmitteln 423a, 423b, 423c, 423d. Die Eingriffsmittel sind dabei Hauptbetätigungselemente wie Schaltfinger 423a, 423c und Nebenbetätigungselemente wie Doppelnocken 423b, 423d. Der Schaltfinger 423c ist von der Schaltwelle 462 verdeckt und daher nur angedeutet. Die Eingriffsmittel wirken auf entsprechende Endausgangsmechanismen 420, die jeweils durch eine Schalmuffe 416, 417, 438, 431 und eine mit ihr in Verbindung stehende Schaltgabel 465, 466, 467, 468 gebildet werden.

[0162] Bezogen auf das Getriebe 401 in Fig. 22 gilt folgende Zuordnung: Die Schaltgabel 465 mit der Schiebehülse 416 betätigt die Übersetzungsstufen I und III, die Schaltgabel 466 mit der Schiebehülse 417 betätigt die Gangstufen IV und VI, die Schaltgabel 468 mit der Schiebehülse 438 betätigt die Übersetzungsstufen V und R und die Schaltgabel 467 mit der Schiebehülse 431 betätigt die Übersetzungsstufe II. Weiterhin kann die Schaltgabel 467 eine zusätzlich an der Schiebehülse 431 vorgesehenen Gang VII (nicht dargestellt) schalten, der dann als größter Gang die Synchronisierungseinrichtung vom Gang VI übernehmen könnte. Die Schaltgabeln 465, 466, 467, 468 sind auf Wellen 469 axial verschiebbar angeordnet, die Öffnungen 450 der Endbereiche 453 der Schaltgabeln 465, 466, 467, 468 sind so ausgebildet, daß sie jeweils mit dem Hauptbetätigungselement wie Schaltfinger 423a, 423c und/oder dem Nebenbetätigungselement wie Doppelnocken 423b, 423d in Verbindung treten können. Hierzu sind erste Teilbereiche

451 zur Verbindung mit einem Schaltfinger 423a, 423c und zweite Teilbereiche 452 zur Verbindung mit einem Doppelnocken 423b, 423d vorgesehen. Zum Einlegen einer Übersetzungsstufe tritt einer der Schaltfinger 423a, 423c mit den Teilbereichen 451 der entsprechenden Schaltgabel 465, 466, 467 oder 468 in Verbindung, indem die Schaltwelle 462 in axialer Richtung verschoben wird, wobei der Schaltfinger 423b mit einem Teilbereich 450 in Verbindung tritt. Durch eine Drehung der Schaltwelle 462 verschwenkt der Schaltfinger 423a, 423c, wodurch die jeweilige Schaltgabel 465, 466, 467 oder 468, in dessen Öffnung 450 sich der Schaltfinger 423a beziehungsweise 423c – es ist immer nur ein Schaltfinger in Wirkkontakt mit den Teilbereichen 451 – befindet, auf der Welle 469 und somit auch die dazugehörige Schiebehülse 416, 417, 438 oder 431 verschoben wird und die entsprechende Übersetzungsstufe eingelegt wird.

[0163] Gleichzeitig sind bei der axialen Verschiebung der Schaltwelle 462 die Doppelnocken 423b, 423d mit den korrespondierenden Bereichen 452 aller weiteren Endausgangsmechanismen 420, die derselben Getriebeeingangswelle (402a, 402b in Fig. 22) zugeordnet sind, in Verbindung getreten, so daß bei der Drehung der Schaltwelle 462 diese Übersetzungsstufen ausgelegt werden. Die Synchronisation einer Schaltung von der Übersetzungsstufe I zur Übersetzungsstufe III erfolgt dabei unter Berücksichtigung des Getriebes 401 der Fig. 22 am Beispiel einer Schaltung von Gang I nach Gang III wie folgt: der aktuelle Drehmoment übertragende Gang ist Gang II, die Kupplung 405 ist geschlossen, die Kupplung 406 geöffnet, der Gang I ist noch eingelegt. Mit dem Schaltfinger 423c wird die Öffnung 450 der Schaltgabel 468 angefahren und in Wirkeingriff mit dem Teilbereich 451c gebracht, wobei der Doppelnocken 423b in Wirkverbindung mit dem Teilbereich 452a der Schaltgabel 465 der Gangpaarung I/III tritt. Eine Verdrehung der Schaltwelle 462 bewirkt infolge des Winkelversatzes von Schaltfinger 423c gegenüber dem Doppelnocken 423b zuerst ein Auslegen von Gang I und dann ein Anbremsen der Getriebeeingangswelle mittels der Synchronisierungseinrichtung 425 (Fig. 22) an Gang V. Nach Erreichen der Synchrondrehzahl beziehungsweise eines tolerierbaren Synchrondrehzahlbereiches wird die Schaltwelle 462 in Richtung Neutralstellung verdreht und axial verlagert, so dass der Schaltfinger 423a in Wirkeingriff mit dem Teilbereich 451 der Schaltgabel 465 tritt, und dann zum Einlegen des Gangs III wiederum verdreht wird. Entsprechend wird von Gang II nach Gang IV geschaltet, indem der Schaltfinger 423a im Wirkeingriff mit dem Teilbereich 451b der Schaltgabel 466 zuerst die Synchronisierungseinrichtung 426 (Fig. 22) der Übersetzungsstufe VI anbremsen und mittels des in Wirkeingriff mit dem Teilbereich 452d stehenden Doppelnocken 423d Gang II ausgelegt wird. Ein Verdrehen der Schaltstange 462 bewirkt eine Verschiebung der Schiebehülse 466 und damit das Einlegen des Gangs IV.

[0164] Die zeitliche Abfolge des Eingriffs des Hauptbetätigungselements 423a, 423c gegenüber den einzelnen Nebenbetätigungselementen 423b, 423d hängt vom zeitlichen Wirksamwerden des Kontakts zwischen den Bereichen 451 und den Schaltfingern 423a, 423c einerseits und den Doppelnocken 423b, 423d und den Bereichen 452 andererseits während der Verdrehung der Schaltwelle 462 ab, so dass beispielsweise ein zwischen den Teilen 423a, 423c und 423b, 423d vorgesehener Winkelversatz und/oder eine Ausdehnung eines der Teile 423a, 423b, 423c, 423d in Umfangsrichtung um die Achse der Schaltwelle 462 die zeitliche Abfolge von Manipulationen, beispielsweise eine zeitliche Verzögerung zwischen Auslegen der aktiven Übersetzungsstufe, Synchronisation der neu einzulegenden Übersetzungsstufe und Einlegen der neuen Übersetzungsstufe

bewirken kann.

[0165] Die Fig. 24a zeigt schematisch und beispielhaft ein Fahrzeug 501, bei dem die Erfindung besonders vorteilhaft zur Anwendung kommen kann. Die Kupplung 504 ist vorliegend im Kraftfluß zwischen Antriebsmotor 502 und Getriebevorrichtung 506 angeordnet; zweckmäßigerweise ist zwischen Antriebsmotor 502 und der Kupplung 504 eine geteilte Schwungmasse angeordnet, deren Teilmassen gegeneinander unter Zwischenschaltung einer Feder-Dämpfer-Einrichtung verdrehbar sind, wodurch wesentlich insbesondere die schwingungstechnischen Eigenschaften des Antriebsstranges verbessert werden. Vorzugsweise wird die Erfindung mit einer Dämpfungseinrichtung zum Aufnehmen beziehungsweise Ausgleichen von Drehstößen beziehungsweise Einrichtung zum Kompensieren von Drehstößen beziehungsweise Drehstoß mindernder Einrichtung beziehungsweise Einrichtung zum Dämpfen von Schwingungen kombiniert, wie sie insbesondere in den Veröffentlichungen DE OS 34 18 671, DE OS 34 11 092, DE OS 34 11 239, DE OS 36 30 398, DE OS 36 28 774 und DE OS 37 21 712 der Anmelderin beschrieben ist, deren Offenbarungen auch zum Offenbarungsinhalt der vorliegenden Anmeldung gehören.

[0166] Das Fahrzeug 501 wird von einem Antriebsmotor 502 wie Brennkraftmaschine, der vorliegend als Verbrennungsmotor wie Otto- oder Dieselmotor dargestellt ist, angetrieben; in einem anderen Ausführungsbeispiel kann der Antrieb auch mittels Hybridantrieb, elektromotorisch oder hydromotorisch erfolgen. Die Kupplung 504 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Reibungskupplung, mittels derer der Antriebsmotor 502 von der Getriebevorrichtung 506 insbesondere zum Anfahren oder zur Durchführung von Schaltvorgängen trennbar ist. Durch ein zunehmendes Einbeziehungsweise Ausrücken der Kupplung wird mehr oder weniger Moment übertragen, hierzu werden eine Anpreßplatte und eine Druckplatte axial relativ gegeneinander verschoben und nehmen eine zwischengeschaltete Reibscheibe mehr oder weniger mit. Die als Kupplung ausgebildete Kupplung 504 ist vorteilhaft selbstnachstellend, d. h. der Verschleiß der Reibbeläge wird derart ausgeglichen, daß eine konstante geringe Ausrückkraft gewährleistet ist. Vorzugsweise wird die Erfindung mit einer Reibungskupplung kombiniert, wie sie insbesondere in den Anmeldungen DE OS 42 39 291, DE OS 42 39 289 und DE OS 43 06 505 der Anmelderin beschrieben ist, deren Offenbarungen auch zum Offenbarungsinhalt der vorliegenden Anmeldung gehören. Mittels einer Welle 508 sind die Räder 512 des Fahrzeuges 501 über ein Differential 510 angetrieben. Den angetriebenen Rädern 512 sind Drehzahlsensoren 560, 561 zugeordnet, wobei gegebenenfalls auch nur ein Drehzahlsensor 560 oder 561 vorgesehen ist, die jeweils ein Signal entsprechend der Drehzahl der Räder 512 erzeugen; zusätzlich oder alternativ ist ein Sensor 552 an anderer geeigneter Stelle im Antriebsstrang, beispielsweise an der Welle 508, zur Ermittlung der Getriebeausgangsdrehzahl vorgesehen. Die Getriebeeingangsdrehzahl kann mittels eines weiteren Sensors ermittelt werden oder auch, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel, aus der Antriebsmotordrehzahl bestimmt werden, so kann beispielsweise das im Getriebe eingestellte Übersetzungsverhältnis festgestellt werden.

[0167] Eine Betätigung der Reibungskupplung 504, die vorteilhaft gedrückt, in einem anderen Ausführungsbeispiel zweckmäßigerweise auch gezogen ausgeführt werden kann, erfolgt vorliegend mittels einer Betätigungseinrichtung 546, wie Kupplungsaktor. Zur Betätigung des Getriebes 506 ist eine zwei Aktoren 548 und 550 umfassende Betätigungseinrichtung vorgesehen, wobei einer der Aktoren eine Wählbetätigung und der andere eine Schaltbetätigung durchführt.

Der Kupplungsaktor 546 ist als elektrohydraulisches System ausgeführt, wobei eine Ein- beziehungsweise Ausrückbewegung mittels eines elektrischen Antriebes beispielsweise mittels eines elektrischen Gleichstrommotors erzeugt und über eine hydraulische Strecke auf das Ausrücksystem übertragen wird. Die Getriebeaktoren 548, 550 sind als elektrische Antriebe beispielsweise als elektrische Gleichstrommotoren ausgeführt, die über eine Kinematik mit den bewegten Gliedern im Getriebe 506 in Verbindung stehen, die zur Festlegung des Übersetzungsverhältnisses betätigt werden. In einem anderen Ausführungsbeispiel, insbesondere wenn große Betätigungskräfte gefordert sind, kann es auch sehr zweckmäßig sein, ein hydraulisches System zur Betätigung vorzusehen.

[0168] Die Steuerung der Kupplung 504 und des Getriebes 506 erfolgt durch eine Steuereinrichtung 544, die zweckmäßigerweise mit dem Kupplungsaktor 546 eine bauliche Einheit bildet, wobei es in einem anderen Ausführungsbeispiel auch von Vorteil sein kann, diese an anderer Stelle im Fahrzeug anzubringen. Die Betätigung von Kupplung 504 und Getriebe 506 kann in einer automatischen Betriebsart durch die Steuereinrichtung 544 automatisiert erfolgen, oder in einer manuellen Betriebsart durch eine Fahrereingabe mittels einer Fahrereingabevorrichtung 570, wie Schalthebel, wobei die Eingabe mittels Sensor 571 erfaßt wird. In der automatischen Betriebsart werden Übersetzungsstufenwechsel durch eine entsprechende Ansteuerung der Aktoren 546, 548 und 550 gemäß Kennlinien durchgeführt, die in einem der Steuereinrichtung 544 zugeordneten Speicher abgelegt sind. Es sind eine Mehrzahl von durch zumindest eine Kennlinie festgelegter Fahrprogramme vorhanden, zwischen denen der Fahrer wählen kann, wie ein sportliches Fahrprogramm, in dem der Antriebsmotor 502 leistungsoptimiert betrieben wird, ein Economy-Programm, in welchen der Antriebsmotor 502 verbrauchoptimiert betrieben wird oder ein Winter-Programm, in dem das Fahrzeug 501 fahrsicherheitsoptimiert betrieben wird; weiterhin sind im beschriebenen Ausführungsbeispiel Kennlinien adaptiv beispielsweise an das Fahrerverhalten und/oder an andere Randbedingungen wie Fahrbahnreibung, Außentemperatur und dergleichen anpaßbar.

[0169] Eine Steuereinrichtung 518 steuert den Antriebsmotor 502 über Einflußnahme auf Gemischzuführung oder Zusammensetzung, wobei in der Figur stellvertretend eine Drosselklappe 522 dargestellt ist, deren Öffnungswinkel mittels eines Winkelgebers 520 erfaßt wird und dessen Signal der Steuereinrichtung 518 zur Verfügung steht. Bei anderen Ausführungen der Antriebsmotorregelung wird der Steuereinrichtung 518, falls es sich um einen Verbrennungsmotor handelt, ein entsprechendes Signal zur Verfügung gestellt, anhand dessen die Gemischzusammensetzung und/oder das zugeführte Volumen bestimmt werden kann; zweckmäßigerweise wird auch das Signal einer vorhandenen Lambdasonde verwendet. Weiterhin steht der Steuereinrichtung 518 im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Signal eines vom Fahrer betätigten Lasthebels 514, dessen Stellung mittels eines Sensors 516 erfaßt wird, ein Signal über eine Motordrehzahl, erzeugt durch einen Drehzahlsensor 528, der der Motorabtriebswelle zugeordnet ist, ein Signal eines Saugrohrdrucksensors 526 sowie ein Signal eines Kühlwassertempersensors 524 zur Verfügung.

[0170] Die Steuereinrichtungen 518 und 544 können in baulich und/oder funktionell getrennten Teilbereichen ausgebildet sein, dann sind sie zweckmäßigerweise beispielsweise mittels eines CAN-Bus 554 oder eine andere elektrische Verbindung zum Datenaustausch miteinander verbunden. Jedoch kann es auch vorteilhaft sein, die Bereiche der Steuereinrichtungen zusammenzufassen, insbesondere da



eine Zuordnung der Funktionen nicht immer eindeutig möglich ist und ein Zusammenwirken notwendig ist. Insbesondere kann während bestimmten Phasen des Übersetzungsstufenwechsels die Steuereinrichtung 544 den Antriebsmotor 502 bezüglich der Drehzahl und/oder des Momentes steuern.

[0171] Sowohl der Kupplungsaktor 546 als auch die Getriebeaktoren 548 und 550 erzeugen Signale, aus denen eine Aktorposition zumindest abgeleitet werden kann, welche der Steuereinrichtung 544 zur Verfügung stehen. Die Positionsermittlung erfolgt vorliegend innerhalb des Aktors, wobei ein Inkrementalgeber verwendet wird, der die Aktorposition in Bezug zu einem Referenzpunkt bestimmt. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann es jedoch auch zweckmäßig sein, den Geber außerhalb des Aktors anzuordnen und/oder eine absolute Positionsbestimmung beispielsweise mittels eines Potentiometers vorzusehen. Eine Bestimmung der Aktorposition ist in Hinblick auf den Kupplungsaktor insbesondere deshalb von großer Bedeutung, als hierdurch der Greifpunkt der Kupplung 504 einem bestimmten Einrückweg und somit einer Aktorposition zuordenbar wird. Vorteilhaft wird der Greifpunkt der Kupplung 504 bei Inbetriebnahme und während des Betriebs wiederholt neu bestimmt, insbesondere in Abhängigkeit von Parametern wie Kupplungsverschleiß, Kupplungstemperatur und dergleichen. Eine Bestimmung der Getriebeaktorpositionen ist in Hinblick auf die Bestimmung des eingelegten Übersetzungsverhältnisses wichtig.

[0172] Weiterhin stehen der Steuereinrichtung 544 Signale von Drehzahlsensoren 562 und 563 der nicht angetriebenen Räder 565 und 566 zur Verfügung. Zur Bestimmung einer Fahrzeuggeschwindigkeit kann es sinnvoll sein, den Durchschnittswert der Drehzahlsensoren 562 und 563 beziehungsweise 560 und 561 heranzuziehen, um Drehzahlunterschiede etwa bei Kurvenfahrt auszugleichen. Mittels der Drehzahlsignale kann die Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt und darüber hinaus auch eine Schlupferkennung durchgeführt werden. In der Figur sind Ausgabeverbindungen der Steuereinrichtungen als durchgezogene Linien dargestellt, Eingabeverbindungen sind gestrichelt dargestellt. Die Verbindung der Sensoren 561, 562 und 563 zur Steuereinrichtung ist nur angedeutet.

[0173] Auch bei einem Fahrzeug mit einem wie in Fig. 24b schematisch und beispielhaft gezeigten Antriebsstrang kann die vorliegende Erfindung besonders vorteilhaft angewendet werden. Bei einem derartigen Fahrzeug ist es möglich, Übersetzungsstufen zugkraftunterbrechungsfrei zu wechseln. Zwischen Antriebsmotor 1010 und Abtrieb 1100 sind zwei Stränge 1110 und 1120 gebildet, über die der Momentenfluß erfolgen kann, jeder der Stränge ist einer Kupplung 1020 beziehungsweise 1030 zugeordnet und kann mittels ihr in den Momentenfluß eingebunden werden. Gezeigt ist eine bevorzugte Ausführungsform, bei der die Kupplungen 1020 und 1030 zwischen Antriebsmotor 1010 und Übersetzungsstufen 1040 beziehungsweise 1050 angeordnet sind. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann es jedoch auch zweckmäßig sein, eine oder beide Kupplungen 1020 und/oder 1030 zwischen den Übersetzungsstufen 1040, 1050 und dem Abtrieb 1100 anzuordnen.

[0174] Durch eine Betätigung der Kupplungen 1020 beziehungsweise 1030 im übergehenden Wechsel kann ein kontinuierlicher Wechsel des Momentenflusses von einem Strang auf den anderen erreicht werden. La sind zwei Gruppen 1040 und 1050 von Übersetzungsstufen vorhanden, die jeweils von einem der Stränge 1110 beziehungsweise 1120 umfaßt werden, wobei Übersetzungsstufen, zwischen denen ein zugkraftunterbrechungsfreier Wechsel möglich sein soll, unterschiedlichen Gruppen zugehören. Bevorzugterweise

gehören bezüglich ihrer Übersetzung aufeinanderfolgende Übersetzungsstufen unterschiedlichen Gruppen zu, beispielsweise bilden die Gänge I, III und V eine Gruppe 1040 und die Gänge II, IV und gegebenenfalls VI eine Gruppe 1050; der Rückwärtsgang R wird zweckmäßigerweise der Gruppe 1050 zugeordnet. In anderen Ausführungsbeispielen kann es jedoch auch von Vorteil sein, wenn die Aufteilung der Übersetzungsstufen in Gruppen anders erfolgt oder wenn bestimmte Übersetzungsstufen sowohl in einer Gruppe 1040 als auch in der anderen Gruppe 1050 nutzbar sind beziehungsweise in beiden Gruppen vorhanden sind. [0175] Auch die Kupplungen 1030 und 1020, sowie die Übersetzungsstufen der Gruppen 1040 und 1050 sind, wie im mit Fig. 24a gezeigten und beschriebenen Beispiel automatisiert betätigbar. Hierzu sind Kupplungsaktoren 1060 und 1070 zur Betätigung der Kupplungen 1020 und 1030 gezeigt. Es kann in einem anderen Ausführungsbeispiel auch sehr zweckmäßig sein, nur einen Kupplungssteller zur Betätigung beider Kupplungen zu verwenden. In der Figur sind weiterhin Betätigungseinrichtungen 1080 und 1090 zur Betätigung der Übersetzungsstufen der Gruppen 1040 und 1050 gezeigt. Besonders vorteilhaft ist jedoch ein Ausführungsbeispiel, die nur eine Betätigungseinrichtung zur Betätigung der Übersetzungsstufen beider Gruppen 1040 und 1050 aufweist. Eine Betätigung umfaßt einen Wähltrieb und einen Schaltantrieb. Bezüglich weiterer Einzelheiten der Kupplungs- und der Getriebebetätigung sowie der Steuerung wird auf die Fig. 1a mit zugehöriger Beschreibung verwiesen.

[0176] Weiterhin kann die vorliegende Erfindung bei einem Fahrzeug zur Anwendung kommen, dessen Antriebsstrang einen zum Hauptstrang parallelen Nebenstrang umfaßt, über den während eines Schaltvorganges im Hauptstrang das Antriebsmoment übertragen wird. Derartige Getriebe sind in verschiedenen Ausgestaltungen als zugkraftunterbrechungsfreie Schaltgetriebe bekannt geworden.

[0177] Fig. 25 zeigt Endausgangsmechanismen mit Endbetätigungsmechanismus gemäß eines erfindungsgemäßen besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels in Anwendung bei einem wie mit Fig. 24a gezeigten und beschriebenen Fahrzeug. Die Endausgangsmechanismen werden jeweils durch eine Kupplungsmuffe 601, 602, 603, 604 und eine mit ihr in Verbindung stehende Schaltgabel 605, 606, 607, 608 gebildet. Eine Gruppe von Übersetzungsstufen wird mittels der Endausgangselemente 601 und 604, wie Kupplungsmuffen, betätigt, die andere Gruppe von Übersetzungsstufen wird mittels der Endausgangselemente 602 und 603 betätigt. Der Endbetätigungsmechanismus weist zur Verbindung mit den Endausgangsmechanismen der beiden Gruppen Haupt- und Nebenbetätigungselemente auf. Ein erstes Hauptbetätigungselement 611 und ein in dieser Ansicht nicht sichtbares weiteres Hauptbetätigungselement sind geeignet, Übersetzungsstufen einzulegen, Nebenbetätigungselemente 616, 613 stellen dabei sicher, daß jeweils alle anderen Übersetzungsstufen derselben Gruppe ausgelegt sind. Die Schaltgabeln 605, 606, 607, 608 sind auf Wellen 609 axial verschieblich angeordnet, ihre Schaltgabelmäuler sind so ausgebildet, daß sie jeweils mit einem Hauptbetätigungselement wie Schaltfinger 611 oder einem Nebenbetätigungselement wie Doppelnocken 613, 616 in Verbindung treten können. Hierzu sind erste Teilbereiche 614 zur Verbindung mit einem Schaltfinger 611 und zweite Teilbereiche 615 zur Verbindung mit einem Doppelnocken 613 vorgesehen. Zum Einlegen einer Übersetzungsstufe tritt beispielsweise der Schaltfinger 611 mit dem Endbereich 610 der entsprechenden Schaltgabel 605 oder 606 in Verbindung, indem die Schaltwelle 612 in axialer Richtung verschoben wird. Zugleich tritt der Doppelnocken 613 jeweils mit der entspre-



chenden Schaltgabel 607 oder 608 in Verbindung, die zur selben Gruppe von Übersetzungsstufen gehört. Eine Drehung der Schaltwelle 612 verschwenkt den Schaltfinger 611, wodurch die Schaltgabel 605 beziehungsweise 606 auf der Welle 609 und somit auch die dazugehörige Kupplungsmuffe 601 oder 602 verschoben wird und die entsprechende Übersetzungsstufe eingelegt wird. Zugleich bewirkt die Verdrehung des Doppelnockens 613 ein Auslegen der betreffenden Übersetzungsstufe, falls eingelegt.

[0178] Handelt es sich um ein Getriebe mit einer Kupplung und einem Getriebestrang, wie in Fig. 24a gezeigt, treten jeweils Nebenbetätigungselemente mit allen weiteren Endausgangsmechanismen in Verbindung, wenn ein Hauptbetätigungselement mit einem ersten Endausgangsmechanismus in Verbindung tritt. Bei einem Doppelkupplungsgetriebe mit zwei parallelen Getriebesträngen treten jeweils Nebenbetätigungselemente mit allen weiteren Endausgangsmechanismen eines Stranges in Verbindung, wenn ein Hauptbetätigungselement mit einem ersten Endausgangsmechanismus dieses Stranges in Verbindung tritt; so ist in einem Strang nur jeweils eine Übersetzungsstufe zugleich einlegbar, jedoch ist es möglich gleichzeitig eine Übersetzungsstufe in jedem Strang einzulegen.

[0179] In den Fig. 26a, 26b, 26c, 26d ist die Wirkungsweise eines Nebenbetätigungselements genauer gezeigt. Ausgehend von Fig. 26a, in der die zur Schaltgabel 701 gehörende Übersetzungsstufe eingelegt ist und das Nebenbetätigungselement durch axiale Verschiebung der Schaltwelle mit der Schaltgabel 701 in Verbindung getreten ist, wird die Schaltwelle 703 verdreht, so daß der Endbereich 702 des Doppelnockens – siehe 613 in Fig. 25 – gegen die Schräge 701a gedrückt wird und so eine Kraft in Ausrückrichtung erzeugt wird, die größer oder gleich der erforderlichen Ausrückkraft ist, wodurch eine Ausrückbewegung erzeugt wird, wie die Fig. 26b und 26c zeigen. In Fig. 26d ist die Übersetzungsstufe vollständig ausgelegt und die Schaltwelle 703 kann frei weiter verdreht werden, ohne daß Kraft in Ein- oder Ausrückrichtung auf die Schaltgabel 701 übertragen wird, wobei sich der Doppelnocken innerhalb des durch 701b begrenzten Kreises dreht. Der in Fig. 26d gezeigte Zustand herrscht auch vor, wenn von Beginn an keine Übersetzungsstufe der betreffenden Schaltgabel 701 eingelegt wird. Das Nebenbetätigungselement kann frei im durch 701b begrenzten Kreis verdreht werden.

[0180] Analog zum eben beschriebenen Auslegevorgang erfolgt das Auslegen, falls die andere mittels derselben Schaltgabel betätigte Übersetzungsstufe eingelegt ist. In der Fig. 26a wäre dann die Schaltgabel 701 zu Beginn gegenüber der Schaltwelle 703 nach rechts verschoben und die Wirkung würde zwischen dem Nocken 702a und der Schräge 701c erfolgen. Das Auslegen erfolgt sowohl für beide zur Schaltgabel 701 gehörenden Übersetzungsstufen als auch für beide Drehrichtungen der Schaltwelle 703.

[0181] Das Einbeziehungsweise Auslegen einer alten beziehungsweise einer neuen Übersetzungsstufe bei Drehung der Schaltwelle ist in Fig. 27 gezeigt. Zuerst wird mittels des Doppelnockens die alte Übersetzungsstufe ausgelegt, siehe durchgezogene Linie, bei weiterer Verdrehung erfolgt ein Einlegen der neuen Übersetzungsstufe, siehe gestrichelte Linie. Deutlich wird das zeitlich eng beieinander liegende, sich sogar leicht überschneidende Ausbeziehungsweise Einlegen der Übersetzungsstufen, welches dadurch möglich ist, daß das Hauptbetätigungselement und Nebenbetätigungselemente zugleich im Eingriff mit den jeweiligen Schaltgabeln stehen und bei einer Drehung der Schaltwelle beide Betätigungselemente zugleich verschwenkt werden. Der Versatz zwischen der Auslegebewegung der Kupplungsmuffe der alten Übersetzungsstufe und der Einlegebe-

wegung der neuen Übersetzungsstufe wird maßgeblich durch das Spiel des Hauptbetätigungselementes im Schaltgabelmaul, durch die Ausgestaltung der Doppelnocken und der relativen winkelmäßigen Anordnung von Haupt- und Nebenbetätigungselement auf der Schaltwelle – siehe auch Fig. 28a – bestimmt. Besonders zu bevorzugen ist aufgrund der Symmetrie eine Anordnung, bei der die Achse des Doppelnockens von Spitze 803a zu Spitze 803b auf der Achse des Schaltfingers 802 senkrecht steht. Jedoch kann es auch zweckmäßig sein, wenn diese Achsen aufeinander nicht senkrecht stehen, insbesondere, wenn eine Schaltgabel zu betätigen ist, die nur eine Übersetzungsstufe schaltet.

[0182] In Fig. 28a und 28b ist eine Anordnung eines Hauptbetätigungselementes 802 und eines Nebenbetätigungselements 803 auf einer Schaltwelle 801 gezeigt. Schaltfinger und zugehörige Doppelnocken sind axial auf der Schaltwellenachse so beabstandet, daß sie jeweils mit Schaltgabeln in Verbindung treten, die dem selben Getriebestrang zugeordnet sind, wenn die Schaltwelle entsprechend in axiale Richtung verschoben wird, so daß bei einer nachfolgenden Drehung der Schaltwelle die betreffenden Übersetzungsstufen zugleich betätigt werden können. Radial stehen die Achsen des Schaltfingers 802 und des Doppelnockens 803 mit den Endbereichen 803a und 803b in einem dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel normal zueinander. Eine weitere Anordnung ist mit den Fig. 29a und 29b gezeigt. Auf der Schaltwelle 901 sind neben einem Schaltfinger 902 zwei Doppelnocken 903 und 904 mit ihren Endbereichen 903a, 903b, 904a und 904b angeordnet. Auch in diesem Ausführungsbeispiel stehen die Achsen des Schaltfingers 902 und der Doppelnocken 903, 904 normal zueinander. Die Doppelnocken 903, 904 sind besonders breit ausgebildet, so daß sie jeweils mit zwei Schaltgabeln in Verbindung treten können. Jeder der Doppelnocken 903, 904 kann so zwei Schaltgabeln zum Auslegen der zugehörigen Übersetzungsstufen betätigen. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann es auch sehr vorteilhaft sein, solche breite Doppelnocken und einfache Doppelnocken zu kombinieren. Es kann auch zweckmäßig sein, wenn ein Doppelnocken noch weiter verbreitert wird, um gleichzeitig mehr als zwei Schaltgabeln zu betätigen. Die Verwendung von besonders breiten Nebenbetätigungselementen ist immer dann zu bevorzugen, wenn Endausgangsmechanismen betätigt werden sollen, deren Schaltgabeln nebeneinander liegen.

[0183] Fig. 30 zeigt beispielhaft vorteilhafte Ausgestaltungen von Nebenbetätigungselementen. Der bisher beschriebene Doppelnocken ist mit a gezeigt. Sowohl die Nockenendbereiche als auch die damit korrespondierenden Ausnehmungen 1603 sind keilförmig ausgebildet. Beispielhaft wird ein Nocken 1604 beschrieben. Es sind zwei spitz zueinander laufende Funktionsflächen 1601a und 1601b gezeigt, der Nockenendbereich 1602 ist abgerundet. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel schließen die Flächen 1601a und 1601b einen Winkel von 40° bis 45° ein, wobei der Winkel um so größer gewählt wird, je größer die zum Auslegen der zu betätigenden Übersetzungsstufe erforderliche Auslegekraft ist. Die Form des Nockens bestimmt maßgeblich den Verlauf der zur Erzeugung einer Ausrückbewegung erzeugbaren Ausrückkraft bei Drehung der Schaltwelle. In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird daher die Form des Nockens dem während eines Ausrückens auftretenden erforderlichen Kraftverlauf angepaßt. Die mit dem Nocken korrespondierende Ausnehmung 1603 schließt mit den sie begrenzenden Flächen einen etwas größeren Winkel als der Winkel des Nockens ein. Die Ausgestaltung der Ausnehmung hängt von der Form des Nockens ab, da das Zusammenwirken zwischen Nocken und Ausnehmung maßgebend ist.

[0184] Kombinationen mit einem keilförmigen und einem rechteckförmigen Korrespondenzteil zeigen die Varianten b und d. In Variante b weist das drehbare Nebenbetätigungselement rechteckförmige Ausnehmungen 1606 auf, die mit keilförmigen Nocken 1607 der verschiebblichen Schaltgabel in Verbindung stehen, in Variante d weist die verschiebbliche Schaltgabel rechteckförmige Ausnehmungen 1608 auf, die mit keilförmigen Nocken 1609 des drehbaren Nebenbetätigungselements in Verbindung stehen. Variante e zeigt ebenso wie Variante a zwei keilförmige Korrespondenzteile, wobei hier jedoch das drehbare Nebenbetätigungselement 1610 die Ausnehmung 1615 und die verschiebbliche Schaltgabel 1611 den Nocken 1614 aufweist. Zwei rechteckförmige Korrespondenzteile 1612, 1613 zeigt die Variante c. [0185] Die gezeigten Varianten variieren den Gedanken einer Keilform und einer Rechteckform mit Ausnahme beziehungsweise Nocken am mit der Schaltwelle verdrehbaren Betätigungselement beziehungsweise am verschiebblichen Endbetätigungsmechanismus.

[0186] Schaltwellenposition und H-Schaltbild sind in Fig. 31 gezeigt. Das Beispiel betrifft ein Doppelkupplungsgetriebe, bei dem die Gänge I, III, V und VII eine Gruppe bilden, die einer Kupplung zugeordnet sind und die Gänge II, IV, VI sowie der Rückwärtsgang R eine weitere Gruppe bilden, die der anderen Kupplung zugeordnet ist. Bild a zeigt das Einlegen des Ganges I. Da jeweils nur ein Gang einer Gruppe zugleich eingelegt sein darf, muß sichergestellt sein, daß bei einer Schaltung in den Gang I die Gänge III, V und VII ausgelegt sind. Der Gang III wird von der selben Schaltkupplung wie der Gang I betätigt, er kann also ohnehin nicht gleichzeitig eingelegt sein. Bei axialer Verschiebung der Schaltwelle 1705 zum Verbinden des Schaltfingers 1703 mit der zum Gang I gehörenden Schaltgabel tritt zugleich das Nebenbetätigungselement 1704 mit der Schaltgabel, zu der die Gänge V und VII gehören, in Verbindung. Die Drehung der Schaltwelle 1705 zum Einlegen des Ganges I bewirkt ein Auslegen der Gänge V beziehungsweise VII. Bild b zeigt das Einlegen des Ganges II, bei dem das Nebenbetätigungselement 1704 die Gänge VI beziehungsweise R auslegt. Beim Einlegen des Ganges V mittels des Schaltfingers 1701 werden mittels des Nebenbetätigungselements 1702 die Gänge I beziehungsweise III ausgelegt, siehe Bild c. Bild d zeigt das Einlegen des Ganges VI, wobei die Gänge II beziehungsweise IV ausgelegt werden.

[0187] Die Funktionsweise eines wie mit Fig. 29a und 29b beschriebenen breiten Nockens zeigen die Fig. 32a und 32b. Beim Einlegen beispielsweise des Ganges II – siehe 32a – werden zugleich die Gänge III, IV, V beziehungsweise R ausgelegt, bei Einlegen des Rückwärtsganges – siehe Fig. 32b – werden zugleich die Gänge I, II, III beziehungsweise IV ausgelegt.

[0188] Fig. 33a zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung der Erfindung zur Anwendung bei einem herkömmlichen einem automatisierten oder manuell betätigten Schaltgetriebe, die jedoch zugleich auch besonders bevorzugt wird. Obwohl nur eine Schaltgabel 1080 gezeigt ist, weist das beschriebene Getriebe mehrere Schaltgabeln auf. Die Schaltgabeln 1080 eines derartigen Getriebes weisen einen Eingriffsbereich 1082a für den Eingriff eines Schaltfingers 1082b, sowie zwei Schenkel 1083a auf. Die Schenkel 1082b bilden zusammen eine Bogenform, die in ihrem Durchmesser zumindest annähernd dem Durchmesser eines hülsenförmigen Betätigungselementes 1081 entspricht, welches zwischen den bogenförmigen Schenkeln 1083a eingebracht ist. Das hülsenförmige Betätigungselement 1081 ist im Betrieb in bestimmten Positionen beispielsweise mittels eines handbetätigten oder mittels zumindest eines Aktors betätigten Schaltgestänges verdrehbar und axial verschiebbar. Durch

axiale Verschiebung des hülsenförmigen Betätigungselementes 1081 kann ein Schaltfinger 1082b mit dem Betätigungsbereich 1082a der gewünschten Schaltgabel in Verbindung gebracht werden, sodass eine nachfolgende Verdrehung des hülsenförmigen Betätigungselementes 1081 ein Verschwenken des Schaltfingers 1082b und somit eine Verschiebung der Schaltgabel 1080 bewirkt. Die Verdrehung wird ermöglicht, da in der Hülse des Betätigungselementes 1081 Ausschnitte 1083b vorgesehen sind, in die bei einer Drehbetätigung die Schenkelenden 1083a eingreifen können. Wie bereits beschrieben, sind im Getriebe bezüglich des hülsenförmigen Betätigungselementes 1081 axial beabstandet weitere Schaltgabeln vorhanden. Diese Schaltgabeln weisen ebenfalls bogenförmige Schenkel auf, in denen das hülsenförmige Betätigungselement 1081 eingebracht ist. Da axial auf Höhe dieser weiteren Schaltgabeln keine Ausschnitte wie 1083b im hülsenförmigen Betätigungselement 1081 vorhanden sind, sind diese Schaltgabeln in ihrer Mittellage entsprechend der Neutralstellung fixiert. Es werden auf diese Weise besonders effektiv ein Betätigungsmechanismus zur Betätigung der gewünschten Schaltgabel mit einer Verriegelung der übrigen Schaltgabeln in der Neutralstellung verbunden. Die Verbindung der Hülse des Betätigungselementes 1081 mit einer hier nicht gezeigten Betätigungsstange erfolgt beispielsweise mittels buchenförmigen Elementen 1084. Der Schaltfinger 1082b wird vorteilhaft durch eine sehr feste Verbindung mit der Hülse verbunden. Besonders geeignet sind hierzu Schweiß- oder Klebeverfahren. Alternativ oder in Kombination damit kann der Schaltfinger 1082b mechanisch formschlüssig mit der Hülse verbunden werden.

[0189] In Fig. 33b ist die Hülse 1090 des Betätigungselementes 1081 näher gezeigt. Die Hülse wird besonders vorteilhaft aus einem Rohrstück hergestellt, in das dann beispielsweise spanabhebend oder auch mittels einer Schneidtechnik wie Laserschneiden oder Brennschneiden die Ausnehmungen 1091 und 1092 eingebracht werden. Die Ausnehmungen 1091 und 1092 entsprechen in ihrer Grundform zumindest annähernd dem Querschnitt der Schaltgabelschenkel 1083a, sind jedoch besonders in Umfangsrichtung etwas ausgedehnt, um die Verschiebung der Schaltgabel 1080 zu ermöglichen. Ebenfalls vorteilhaft ist es, die Hülse aus einem ebenen Blech herzustellen, das dann gerollt, wobei der sich bildende Axialsplitt bei genügend hoher Festigkeit des Materials offen bleiben oder verschlossen, beispielsweise verschweißt, werden kann. Die Ausnehmungen 1091 und 1092 werden im ebenen Zustand des Bleches beispielsweise durch Stanzen hergestellt.

[0190] Fig. 34a zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung der Erfindung zur Anwendung bei einem wie weiter oben ausführlich beschriebenen automatisierten Schaltgetriebe, die jedoch zugleich auch besonders bevorzugt wird. Die Schaltgabel 1480 weist einen ersten Funktionsbereich 1482a zum Eingriff eines Schaltfingers 1482b auf, der derart verbreitert ist, dass auch nach Einlegen einer Übersetzungsstufe durch Verschieben der Schaltgabel 1480 eine Wählgasse verbleibt, die breit genug ist, dass der Schaltfinger die Schaltgabel bei weiterhin eingelegter Übersetzungsstufe verlassen kann, um mit dem ersten Funktionsbereich einer weiteren Schaltgabel in Verbindung zu treten. Wird nun eine Übersetzungsstufe dieser weiteren Schaltgabel eingelegt, soll zugleich die alte Übersetzungsstufe ausgelegt werden, wozu an der Schaltgabel zweite Funktionsbereiche 1483a vorgesehen sind, die mit entsprechenden Ausnehmungen 1483b in Verbindung treten. Bei einer Verdrehung des Betätigungselementes 1481 wird die Schaltgabel auf jeden Fall in ihre Neutralposition verschoben, die Ausrückkraft wird von den aus einem entsprechen umgebogenen Blech gebildeten Seitenbereichen

der Ausnehmung 1483b auf den keilförmigen zweiten Funktionsbereich der Schaltgabel übertragen. Das Betätigungselement 1181 ist beispielsweise aus einem buchsenförmigen Element 1484 und damit verbundenen Seitenelementen 1485a und 1485b vorzugsweise aus Blech gebildet, deren Endbereiche derart geformt sind, dass die gewünschten Funktionsflächen gebildet werden; zudem ist mit dem Seitenelement 1485b der Schaltfinger 1482b verbunden, wobei diese Verbindung ebenso wie die Verbindung des Schaltfingers in Fig. 33a erfolgen kann. Deutlich wird in Fig. 34a weiterhin, dass der Schaltfinger 1482b – das Hauptbetätigungselement – und die Ausnehmungen 1483b – die Nebenbetätigungselemente – auf der Achse des Betätigungselementes 1481 derart axial beabstandet angeordnet sind, dass der Schaltfinger 1482b mit einer Schaltgabel und die Ausnehmung 1483b mit einer weiteren Schaltgabel zugleich in Verbindung treten können. Bei einer (Schalt-)Betätigung werden beide Schaltgabeln zugleich betätigt, so dass eine Übersetzungsstufe eingelegt wird und zugleich wenigstens eine andere ausgelegt wird beziehungsweise sichergestellt wird, dass die Neutralposition vorherrscht. Mit dieser Figur wird nur eine besondere Ausgestaltung beispielhaft beschrieben werden, die gesamte Funktionsweise wurde bereits mit vorstehenden Figuren gezeigt, so dass stellvertretend nur ein Element mit einem Haupt- und einem Nebenbetätigungselement gezeigt ist.

[0191] Das Seitenelement 1485b aus Fig. 34a ist in Fig. 34b näher gezeigt. Das Element ist aus Blech vorzugsweise gestanzt hergestellt. Der mittlere Bereich 1489 ist eine gegenüber den Endbereichen 1486 verbreitert, wodurch sich eine besondere Stabilität im Bereich des Schaltfingers 1488 ergibt. Zudem sind die Endbereiche 1487 leicht verformbar. Die umgebogenen Enden 1487 bilden das Gegenwirkstück zum zweiten Funktionsbereich 1483b der Schaltgabel.

[0192] Das buchsenförmige Element 1484 aus Fig. 34a ist in Fig. 34c näher gezeigt. Das Element ist vorzugsweise zweiteilig aus einem Rohrstück 1085 und einem damit verbundenen gestanzten Blechkragen 1086 hergestellt, der durch Umformen in die gezeigte Form gebogen wird. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist das gesamte Element einteilig ausgeführt. Dann wird aus einem Rohrstück durch Umformung der Kragen in der gezeigten Form gestaltet. Die beiden Seitenbereiche 1088 und 1089 der Ausnehmungen 1087 zum Eingriff der zweiten Funktionsbereiche 1483a der Schaltgabel 1480 (Fig. 34a) sind unterschiedlich ausgebildet. Nur der für die Funktion relevante Seitenbereich 1089 weist den umgebogenen Endbereich auf.

[0193] Fig. 35a zeigt eine beispielhafte Ausgestaltung der Erfindung zur Anwendung bei einem wie weiter oben ausführlich beschriebenen Doppelkupplungsgetriebe, die jedoch zugleich auch besonders bevorzugt wird. Das buchsenförmige Element 1281 besteht aus zwei inneren Buchsen 1285, die so zueinander angeordnet sind, dass ihre Kragen voneinander abgewandt sind. Sie tragen die beiden Seitenbereiche 1286, von denen einer einen Schaltfinger 1282b umfasst, der mit ersten Funktionsbereichen 1282 in Wirkverbindung treten kann. Die im Element 1281 vorgesehenen Nuten beziehungsweise Einformungen 1283b sind dazu geeignet, mit zweiten Funktionsbereichen 1283a in Verbindung zu treten, um wie bereits beschrieben die Neutralposition einer Schaltgabel zu sichern. Diese Einformungen – in der gezeigten Darstellung je eine auf jeder Seite des Schaltfingers – sind längs der axialen Hülseform des Elements 1281 vom Schaltfinger 1282b derart beabstandet, dass sie und der Schaltfinger 1282b jeweils mit den gewünschten Schaltgabeln zugleich in Verbindung treten. Auf gleicher axialer Höhe des Schaltfingers 1282b sind Ausnehmungen oder Nuten 1284 vorgesehen, die bei einer Schaltbewegung

entsprechend einer Drehung des Elementes 1281 zur Betätigung einer Schaltgabel Raum für die zweiten Funktionsbereiche 1283a derselben Schaltgabel bieten, so dass eine ungehinderte Schaltbewegung ermöglicht wird.

[0194] Ein Seitenelement 1286 aus Fig. 35a ist in Fig. 35b näher gezeigt. Das Element ist aus Blech vorzugsweise gestanzt hergestellt. Dargestellt ist ein Element mit Schaltfinger 1288. Die Nuten sind in flachem Zustand beispielsweise gestanzt, in einem nachfolgenden Arbeitsgang wird das Element 1287 in den gewünschten Radius gebogen und mit den Umbördelungen 1290 versehen.

[0195] Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmalskombination zu beanspruchen.

[0196] In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

[0197] Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbständige Erfindungen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

[0198] Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen beziehungsweise Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten beziehungsweise Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

#### Patentansprüche

1. Getriebe insbesondere für ein Kraftfahrzeug mit einer Mehrzahl von Wellen wie einer ersten, zumindest einteiligen und einer zweiten, zumindest einteiligen Getriebeeingangswelle und zumindest einer Getriebeausgangswelle, **gekennzeichnet durch** die Kombination folgender Merkmale:

- a) zwischen der Getriebeausgangswelle und den Getriebeeingangswellen ist eine Vielzahl von Zahnradpaaren, bestehend aus je einem um eine der Wellen angeordneten, mit dieser drehfest verbindbaren Losrad und einem mit diesem kämmenden, auf einer hierzu korrespondierenden Welle drehfest angeordneten Festrad zur Bildung von Gängen mit verschiedenen Übersetzungsstufen zwischen der Getriebeausgangswelle und jeweils einer der Getriebeeingangswellen angeordnet;
- b) zumindest eine Getriebeeingangswelle ist mittels einer Antriebseinheit mit einer Antriebswelle

- zumindest zeitweise antreibbar;  
 c) zumindest eine Getriebeeingangswelle ist mit einer ersten Elektromaschine verbindbar;  
 d) die Getriebeausgangswelle ist mit zumindest einem Antriebsrad verbindbar;  
 e) zumindest ein Gang ist automatisch mittels zumindest eines Aktors schaltbar.
2. Getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit eine Brennkraftmaschine ist.
  3. Getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit eine zweite Elektromaschine ist.
  4. Getriebe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromaschinen jeweils eine Getriebeeingangswelle antreiben.
  5. Getriebe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromaschinen annähernd gleich dimensioniert sind.
  6. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit mittels zumindest einer Kupplung mit zumindest einer Getriebeeingangswelle in Wirkverbindung bringbar ist.
  7. Getriebe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit mittels zweier im Kraftfluss zwischen der Antriebswelle und der jeweiligen zu verbindenden Getriebeeingangswelle angeordneten Kupplungen mit dem Getriebe verbindbar ist.
  8. Getriebe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Kupplung eine Reibungskupplung ist.
  9. Getriebe nach Anspruch 7 und/oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungen außerhalb des Getriebes als Doppelkupplung ausgestaltet sind.
  10. Getriebe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Kupplung eine Schaltkupplung ist.
  11. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektromaschine von der Getriebeeingangswelle abkoppelbar ist.
  12. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektromaschine alternativ mit der ersten oder der zweiten Getriebeeingangswelle verbindbar ist.
  13. Getriebe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschaltung zwischen den beiden Getriebeeingangswellen mittels eines elektrischen, hydraulischen, pneumatischen oder daraus kombinierten Aktors erfolgt.
  14. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebeausgangswelle im wesentlichen koaxial zu der Antriebswelle angeordnet ist.
  15. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Getriebeeingangswelle im wesentlichen koaxial zu der Antriebswelle angeordnet ist.
  16. Getriebe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Getriebeeingangswelle als Hohlwelle um die andere Getriebeeingangswelle angeordnet ist.
  17. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektromaschine um die zumindest eine Getriebeausgangswelle angeordnet ist und mit einer der Getriebeeingangswellen wirkverbunden ist.
  18. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 17 mit zwei Getriebeausgangswellen und zwei Getriebeeingangswellen, wobei ein Teil der Gänge zwischen der ersten Getriebeausgangswelle und jeweils einer der

- Getriebeeingangswellen und ein anderer Teil der Gänge zwischen der zweiten Getriebeausgangswelle und jeweils einer der beiden Getriebeeingangswellen schaltbar sind und die Elektromaschine mit zumindest einer dieser Wellen wirkverbunden ist.
19. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Gänge bildenden Zahnradpaare in Abhängigkeit von Übersetzungen der Übersetzungsstufen alternierend auf den beiden Getriebeeingangswellen angeordnet sind.
  20. Getriebe nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe zumindest vier, vorzugsweise sechs separate Vorwärtsgänge I bis VI und optional einen Rückwärtsgang R aufweist, wobei der Gang I mit der kleinsten Übersetzung, der Gang III, der Gang V auf einer Getriebeeingangswelle und der Gang II, IV und der Gang VI mit der größten Übersetzung auf der anderen Getriebeeingangswelle sowie der optionale Rückwärtsgang R auf einer der beiden Getriebeeingangswellen angeordnet sind.
  21. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Losräder vorzugsweise auf der zumindest einen Getriebeausgangswelle angeordnet sind.
  22. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelung eines Losrades an die entsprechende Getriebeeingangswelle oder Getriebeausgangswelle bezüglich einer Differenzdrehzahl zwischen Losrad und der das Losrad aufnehmenden Welle synchronisiert erfolgt.
  23. Getriebe nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Synchronisierung mittels einer Synchronisationseinrichtung/Synchronisierereinrichtung erfolgt.
  24. Getriebe nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Synchronisierung während der Koppelung zumindest eines Losrades an die das Losrad aufnehmende Welle mittels der Elektromaschine erfolgt.
  25. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektromaschine an einem der Antriebseinheit gegenüberliegenden Ende der Getriebeeingangswelle angeordnet ist.
  26. Getriebe nach einem der Ansprüche 6 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektromaschine um die Kupplung angeordnet ist.
  27. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektromaschine bezüglich einer Rotorwelle annähernd parallel zu der Getriebeeingangswelle, mit der sie antriebsmäßig verbunden ist, angeordnet ist.
  28. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass mit der ersten Elektromaschine zumindest ein Nebenaggregat antriebsmäßig verbunden ist.
  29. Getriebe nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Nebenaggregat von der ersten Elektromaschine mittels einer Nebenaggregatsskupplung abkoppelbar ist.
  30. Getriebe nach Anspruch 28 und/oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Nebenaggregat gegenüber der ersten Elektromaschine übersetzt ist.
  31. Getriebe nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Übersetzung variabel ist.
  32. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass im Kraftfluss zwischen der Antriebswelle und den Getriebeeingangswellen eine Torsionsschwingungsdämpfungseinrichtung wirksam ist.

33. Getriebe nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Torsionsschwingungsdämpfungseinrichtung ein Zweimassenschwungrad ist.
34. Getriebe insbesondere nach einem Ansprüche 32 und/oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der in den Kupplungen vorgesehenen Kupplungsscheiben einen zumindest einstufigen Torsionsschwingungsdämpfer aufweist.
35. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen der Antriebswelle und zumindest einer Getriebeeingangswelle untersetzt oder übersetzt ist.
36. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Kupplungen und/oder ein Gang automatisch in Abhängigkeit von einer Fahrsituation schaltbar ist.
37. Getriebe nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung der zumindest einen Kupplung und des zumindest einen Gangs jeweils mittels zumindest eines Aktors erfolgt.
38. Getriebe nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder hieraus kombiniert betrieben wird.
39. Getriebe nach einem der Ansprüche 36 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Aktor jeweils eine für zwei auf einer der beiden Getriebeeingangswellen benachbarte Gänge vorgesehene Schiebepülse axial beaufschlagt, die in Abhängigkeit von ihrer axialen Stellung eine drehfeste Verbindung mit mittels einer Schaltkupplung zum Losrad des einen oder des anderen Gangs bildet oder gegebenenfalls in einer Neutralstellung, in der beide Losräder gegen die Getriebeeingangswelle beziehungsweise die Getriebeausgangswelle verdrehbar sind, positioniert ist.
40. Getriebe nach einem der Ansprüche 11 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromaschine mittels einer zur Schaltung eines einzelnen Gangs vorgesehenen Schaltkupplung mit einer der Getriebeeingangswellen verbindbar ist.
41. Getriebe nach einem der Ansprüche 11 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass die mit einer Getriebeeingangswelle antriebsmäßig verbundene Elektromaschine mittels einer Schaltkupplung zur Schaltung eines Gangs mit der Getriebeausgangswelle verbindbar ist, wobei die Momentenübertragung über die Übersetzung des Gangs bildenden Zahnäder erfolgt.
42. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gang auf der ersten Getriebeeingangswelle und ein Gang auf der anderen Getriebeeingangswelle jeweils so schaltbar sind, dass Drehmoment von der mit einem dieser Gänge wirkverbundenen Elektromaschine über eine der Getriebeeingangswellen auf die Antriebswelle übertragen wird und währenddessen kein Drehmoment von den Getriebeeingangswellen auf das zumindest eine Antriebsrad übertragen wird.
43. Getriebe nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Verbindung der beiden Gänge miteinander ohne Drehmomentübertragung auf das zumindest eine Antriebsrad und geschlossener Kupplung im Kraftfluss zwischen der Antriebswelle der Brennkraftmaschine und einer der Getriebeeingangswellen die Brennkraftmaschine mittels der Elektromaschine gestartet wird.
44. Verfahren zum Betrieb eines Getriebes insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 43, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- die Antriebseinheit treibt zumindest eine der

- beiden Getriebeeingangswellen zumindest zeitweise an;
  - die erste Elektromaschine treibt zumindest zeitweise eine der Getriebeeingangswellen an;
  - die erste Elektromaschine wird zumindest zeitweise von einer der Getriebeeingangswellen angetrieben.
45. Verfahren nach Anspruch 44 mit den zusätzlichen Merkmalen für einen Start der als Brennkraftmaschine mit einer Antriebswelle vorgesehenen, vorzugsweise nicht betriebswarmen Antriebseinheit, die mittels zweier Kupplungen jeweils mit einer Getriebeeingangswelle verbindbar ist:
- beide Kupplungen sind geöffnet;
  - zwischen der ersten Getriebeeingangswelle, mit der die erste Elektromaschine antriebsmäßig verbunden ist, und der Getriebeausgangswelle ist kein Gang eingelegt;
  - zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle ist ein Gang mit vorzugsweise kleiner Übersetzung beziehungsweise Untersetzung eingelegt;
  - die erste Elektromaschine treibt die erste Getriebeeingangswelle an;
  - die Kupplung im Kraftfluss zwischen erster Getriebeeingangswelle und Antriebswelle wird nach Erreichen einer für den Kaltstart nötigen Impulsdrehzahl der Elektromaschine geschlossen;
  - nach dem Start der Antriebseinheit wird die Kupplung im Kraftfluss zwischen der Antriebswelle und der zweiten Getriebeeingangswelle geschlossen und das Fahrzeug angefahren.
46. Verfahren nach Anspruch 44 und/oder 45 mit den zusätzlichen Merkmalen für einen Start der als Brennkraftmaschine mit einer Antriebswelle vorgesehenen, vorzugsweise betriebswarmen Antriebseinheit, die mittels zweier Kupplungen jeweils mit einer Getriebeeingangswelle verbindbar ist:
- zwischen der ersten Getriebeeingangswelle, mit der die erste Elektromaschine antriebsmäßig verbunden ist, und der Getriebeausgangswelle ist kein Gang eingelegt;
  - zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle ist ein Gang mit vorzugsweise kleiner Übersetzung beziehungsweise Untersetzung eingelegt;
  - die Kupplung im Kraftfluss zwischen erster Getriebeeingangswelle und Antriebswelle ist geschlossen;
  - die erste Elektromaschine wird angetrieben und die Antriebseinheit wird gestartet;
  - durch Schließen der Kupplung im Kraftfluss zwischen der Antriebswelle und der zweiten Getriebeeingangswelle wird das Fahrzeug angefahren.
47. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 46 mit den zusätzlichen Merkmalen für den Betrieb der ersten Elektromaschine als Generator zur Erzeugung von elektrischer Energie:
- die erste Elektromaschine wird durch die Antriebseinheit oder für einen Fahrmodus wie Rekuperation durch das zumindest eine Antriebsrad angetrieben;
  - bei Antrieb durch die Antriebseinheit ist wahlweise eine der beiden Kupplungen im Kraftfluss zwischen der Antriebswelle und einer Getriebeeingangswelle geschlossen;
  - bei Antrieb durch das zumindest eine Antriebsrad sind beide Kupplungen geöffnet.
48. Verfahren nach Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromaschine in Abhängigkeit

von dem Ladezustand von elektrischen Energiespeichern an die Antriebseinheit gekoppelt wird.

49. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 48, gekennzeichnet durch folgende Möglichkeiten des Drehmomentflusses von der Antriebseinheit zur ersten Elektromaschine im Generatorbetrieb oder während einer Rekuperation:

das Drehmoment wird von der Antriebswelle der Antriebseinheit über die geschlossene Kupplung im Kraftfluss zwischen der ersten, die Elektromaschine tragenden Getriebeeingangswelle und der Antriebswelle auf die erste Getriebeeingangswelle und von dort auf die Rotorwelle der Elektromaschine übertragen;

das Drehmoment wird von der Antriebswelle der Antriebseinheit über die geschlossene Kupplung im Kraftfluss zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine über ein Zahnradpaar auf die Getriebeausgangswelle, von dort über ein Zahnradpaar auf die erste Getriebeeingangswelle und von dort auf die Rotorwelle übertragen;

das Drehmoment wird von dem zumindest einen Antriebsrad auf die Getriebeausgangswelle und von dort über ein Zahnradpaar über die erste Getriebeeingangswelle auf die Rotorwelle der ersten Elektromaschine übertragen.

50. Verfahren nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektromaschine bei einer Drehzahl vorzugsweise durch Wahl einer entsprechenden Zahnradpaarung zwischen Getriebeausgangswelle und erster Getriebeeingangswelle betrieben wird, bei der sie einen optimalen Arbeitspunkt bezüglich ihres Wirkungsgrads erreicht.

51. Verfahren nach Anspruch 49 und/oder 50, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit während der Rekuperation bei einem Wechsel von Zug auf Schub durch Öffnen der Kupplung zwischen der ersten Getriebeeingangswelle und der Antriebswelle verzögert, vorzugsweise nach  $>0,3$  s nach dem Wechsel von Zug auf Schub, von der ersten Getriebeeingangswelle abgekoppelt wird.

52. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 51, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Elektromaschine zusätzlich oder alternativ zur Antriebseinheit Drehmoment zum Antrieb des Kraftfahrzeuges über eine Getriebeeingangswelle, ein Zahnradpaar zwischen dieser Getriebeeingangswelle und Getriebeausgangswelle auf das zumindest eine Antriebsrad überträgt.

53. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 52, dadurch gekennzeichnet, dass während Schaltungsvorgängen zur Synchronisation die erste Getriebeeingangswelle mit der ersten Elektromaschine während des Drehmomentflusses über die zweite Getriebeeingangswelle durch zumindest kurzzeitiges Schließen der Kupplung zwischen Antriebseinheit und erster Getriebeeingangswelle abgebremst oder beschleunigt wird.

54. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 53, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Schaltung von einem Gang auf einen neu einzulegenden, niedriger übersetzten Gang derselben Getriebeeingangswelle folgende Schaltschritte ausgeführt werden:

- Regelung der Antriebseinheit auf erhöhte Leistung vorzugsweise Vollast;
- schlupfender Betrieb der Kupplung im Kraftfluss zwischen einer ersten Getriebeeingangswelle, auf der die zu schaltenden Gänge angeordnet sind, und der Antriebswelle;
- bei Erreichen der Synchrondrehzahl an der

Kupplung zwischen der Antriebswelle und einer zweiten Getriebeeingangswelle betreffend einen bezüglich seiner Übersetzung zwischen den zu schaltenden Gängen auf der ersten Getriebeeingangswelle liegenden Gang wird diese Kupplung schlupfend betrieben und Drehmoment über den bezüglich seiner Übersetzung zwischen den Gängen auf der zweiten Getriebeeingangswelle liegenden Gang über die Getriebeausgangswelle zu dem zumindest einen Antriebsrad geleitet;

- die Kupplung wird geschlossen;
- bei Erreichen der Synchrondrehzahl des neu einzulegenden Ganges auf der ersten Getriebeeingangswelle erfolgt die Schaltung in diesen Gang.

55. Verfahren nach Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Schaltung von einem Gang auf einen neu einzulegenden, niedriger übersetzten Gang derselben Getriebeeingangswelle mit einer mit dieser verbundenen Elektromaschine die Elektromaschine bei der Synchronisation auf den neu einzulegenden Gang zur Synchronisation aktiviert wird.

56. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 55, dadurch gekennzeichnet, dass zur Synchronisation zumindest eines neu einzulegenden Ganges vorzugsweise dem Gang mit der kleinsten Übersetzung auf der Getriebeeingangswelle mit antriebsmäßig verbundener Elektromaschine während der Beschleunigung des Kraftfahrzeuges über die Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine die Elektromaschine die mit ihr verbundene Getriebeeingangswelle abbremst.

57. Verfahren nach Anspruch 56, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektromaschine die Getriebeeingangswelle im wesentlichen gegebenenfalls unter Zuhilfenahme zusätzlicher Synchronisierereinrichtungen auf die Synchrondrehzahl des neu einzulegenden Ganges abbremst.

58. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 57, gekennzeichnet durch eine mit einer Getriebeeingangswelle mittels einer Schaltkupplung für den Gang mit der größten Übersetzung an diese koppelbaren Elektromaschine mit folgenden Schaltzuständen der Schaltkupplung:

das Losrad des Zahnradpaars des Ganges ist verdrehbar auf der Getriebeeingangswelle angeordnet, die Elektromaschine ist von der Getriebeeingangswelle abgekoppelt;

die Elektromaschine ist an die Getriebeeingangswelle gekoppelt, das Losrad ist gegenüber der Getriebeeingangswelle verdrehbar;

das Losrad ist drehfest mit der Getriebeeingangswelle verbunden, die Elektromaschine ist mit der Getriebeeingangswelle gekoppelt;

die Elektromaschine ist mit dem Losrad verbunden, das Losrad ist gegenüber der Getriebeeingangswelle verdrehbar.

59. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 58, gekennzeichnet durch Verfahrensschritte zum Betrieb des Kraftfahrzeuges mit der ersten Elektromaschine, wobei einerseits zumindest die Kupplung zwischen der Getriebeeingangswelle, an die die Elektromaschine koppelbar ist, und der Antriebswelle geöffnet ist und sich einerseits die Schaltkupplungen der anderen Getriebeeingangswelle in Neutralstellung befinden oder andererseits beide Kupplungen geöffnet sind, und das Drehmoment von der Elektromaschine der Fahrsituation entsprechend über ein zwischen der Getriebeeingangswelle und der Getriebeausgangswelle wirksames ausgewähltes Zahnradpaar auf das zumindest eine An-

triebsrad übertragen wird.

60. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 59, gekennzeichnet durch Verfahrensschritte zur Unterstützung der Antriebseinheit zum Betrieb des Kraftfahrzeugs mit der ersten Elektromaschine, wobei bei einem Kraftfluss von der Antriebswelle über die Getriebeeingangswelle, die mit der ersten Elektromaschine kop-  
 5 pelbar ist, zur Getriebeausgangswelle die erste Elektromaschine direkt auf die Getriebeeingangswelle ein-  
 10 wirkt und bei einem Kraftfluss über die Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine die Kupplung zwischen der Antriebswelle und der Getriebeeingangswelle mit der Elektromaschine geöffnet wird und das  
 15 von der Elektromaschine eingetragene Drehmoment über ein in Abhängigkeit von der Fahrsituation ausgewähltes Zahnradpaar auf die Getriebeausgangswelle übertragen wird.

61. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 60, gekennzeichnet durch ein Startverfahren insbesondere für eine nicht betriebswarme Brennkraftmaschine in  
 20 Verbindung mit einer auf einer geteilten Getriebeausgangswelle angeordneten Schaltmuffe mit drei Einstellfunktionen, wobei diese wahlweise einen von zwei auf verschiedenen Getriebeeingangswellen angeordneten Gängen zwischen diesen und der Getriebeaus-  
 25 gangswelle schaltet, die Losräder dieser Gänge miteinander verbindet oder eine Neutralstellung ohne Verbindungsfunktion einnimmt mit zumindest folgenden Verfahrensschritten:

- zwischen der ersten Getriebeeingangswelle, die mit der Elektromaschine wirkverbunden ist, und der Getriebeausgangswelle ist kein Gang einge-  
 30 legt;
- mittels der Schaltmuffe sind die Losräder der Gänge miteinander verbunden;
- die Kupplung im Kraftfluß zwischen der zweiten Getriebeeingangswelle und der Antriebswelle ist geschlossen;
- die Elektromaschine wird angetrieben und die Antriebseinheit wird gestartet;
- die Kupplung zwischen Antriebseinheit und zweiter Getriebeeingangswelle wird geöffnet;
- die zweite Getriebeeingangswelle wird auf vernachlässigbare Drehzahl beispielsweise mittels der Elektromaschine abgebremst;
- die Schaltmuffe mit den drei Einstellfunktionen wird in Neutralstellung gefahren;
- ein Gang mit kleiner Übersetzung zwischen zweiter Getriebeeingangswelle und Getriebeaus-  
 40 gangswelle wird geschaltet;
- durch Schließen der Kupplung im Kraftfluß zwischen der Antriebswelle und der zweiten Getriebeeingangswelle wird das Fahrzeug angefahren.  
 50

62. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 61 zum Start der nicht betriebswarmen Brennkraftmaschine, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- die Kupplung im Kraftfluß zwischen der Getriebeeingangswelle, mit dem die Elektromaschine verbunden ist, und der Antriebswelle ist  
 60 geöffnet;
- kein Gang ist eingelegt;
- die Kupplung im Kraftfluß zwischen der Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine und der Antriebswelle wird geschlossen;
- jeweils ein Losrad eines Gangs der Getriebeeingangswelle mit Elektromaschine und ein Losrad  
 65

eines Gangs der Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine werden antriebsmäßig miteinander verbunden;

- die Elektromaschine wird bestromt und startet die Brennkraftmaschine über den Kraftweg Rotor, Getriebeeingangswelle mit Elektromaschine, Zahnradpaar des Gangs auf der Getriebeeingangswelle mit Elektromaschine, Zahnradpaar des Gangs auf der Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine, Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine, Kupplung zwischen Getriebeeingangswelle ohne Elektromaschine und Antriebswelle, Antriebswelle.

63. Verfahren nach einem der Ansprüche 44 bis 62, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Schaltvorgangs von einem ersten Gang auf einen ersten Getriebeeingangswelle, die mit einer Elektromaschine wirkverbunden ist, auf einen gegenüber diesem höher übersetzten zweiten Gang auf einer zweiten Getriebeeingangswelle über die Kupplung zwischen der Antriebswelle und der ersten Getriebeeingangswelle so lange ein Drehmoment auf Elektromaschine übertragen wird, bis die Antriebswelle annähernd die Drehzahl zum ruckfreien Betrieb für den zweiten Gang aufweist.

64. Getriebe insbesondere für ein Kraftfahrzeug mit einer Mehrzahl von Wellen wie einer ersten, zumindest einteiligen und einer zweiten, zumindest einteiligen Getriebeeingangswelle und zumindest einer Getriebeausgangswelle, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:

- a) zwischen der Getriebeausgangswelle und den Getriebeeingangswellen ist eine Mehrzahl verschiedener Übersetzungsstufen bildender Radsätze angeordnet, die jeweils durch ein mit einer Welle fest verbundenes Gangrad und ein mit einer Welle verbindbares Losrad gebildet sind, wobei Übersetzungsstufen eingelegt werden, indem ein Losrad mittels mit der es tragenden Welle verbunden wird,
- b) zumindest eine Getriebeeingangswelle ist mittels einer Kupplung mit einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine zumindest zeitweise verbindbar;
- c) die Getriebeausgangswelle ist mit zumindest einem Antriebsrad verbindbar;
- d) zumindest eine Übersetzungsstufe ist automatisch mittels zumindest eines Aktors schaltbar;
- e) zumindest eine erste Getriebeeingangswelle wird bei der Schaltung zwischen dieser Getriebeeingangswelle zugeordneten Übersetzungsstufen mittels einer einzigen an einem dieser Getriebeeingangswelle angeordneten letzten Radsatz vorgesehenen Synchronisationseinrichtung synchronisiert, wobei dieser letzte Radsatz bezüglich seiner Übersetzung gegenüber den anderen Übersetzungsstufen dieser Getriebeeingangswelle zur Erzielung der größten Drehzahl an der Getriebeausgangswelle vorgesehen ist.

65. Getriebe nach Anspruch 64, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine zweite Getriebeeingangswelle mit einer Elektromaschine wirkverbunden ist.

66. Getriebe nach Anspruch 65, dadurch gekennzeichnet, dass an der zweiten Getriebeeingangswelle keine Synchronisationseinrichtung vorgesehen ist und die Elektromaschine bei einer Schaltung zwischen zwei auf der zweiten Getriebeeingangswelle angeordneten Übersetzungsstufen die Elektromaschine die zweite



Getriebeeingangswelle mit der Getriebeausgangswelle synchronisiert.

67. Getriebe nach einem der Ansprüche 64 bis 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Übersetzungsstufen eingelegt werden, indem jeweils ein Losrad mittels eines Endausgangselementes, das Teil eines Endausgangsmechanismusses ist, welcher von einem Endbetätigungsmechanismus betätigt wird, mit der es tragenden Welle verbunden wird und wobei die Schaltabfolge der Übersetzungsstufen nicht im Endbetätigungsmechanismus festgelegt ist.

68. Getriebe insbesondere nach Anspruch 67, bei dem der Endbetätigungsmechanismus zumindest ein Hauptbetätigungselement wie Schaltfinger umfaßt, das mit den Endausgangsmechanismen derart in Wirkverbindung tritt, daß eine Übersetzungsstufe einlegbar ist und das zumindest eine Hauptbetätigungselement dann mit einem anderen Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung treten kann, ohne die zuvor eingelegte Übersetzungsstufe auslegen zu müssen, dadurch gekennzeichnet, daß der Endbetätigungsmechanismus wenigstens ein Nebenbetätigungselement umfaßt.

69. Getriebe insbesondere nach Anspruch 68, dadurch gekennzeichnet, daß, sobald das zumindest eine Hauptbetätigungselement mit einem Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung tritt, dass wenigstens eine Nebenbetätigungselement mit wenigstens einem weiteren Endausgangsmechanismus in Wirkverbindung tritt.

70. Getriebe insbesondere nach Anspruch 69, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Betätigung eines Endausgangsmechanismusses zum Einlegen einer Übersetzungsstufe mittels des zumindest einen Hauptbetätigungselementes zugleich der wenigstens eine weitere Endausgangsmechanismus mittels des wenigstens einen Nebenbetätigungselements zum Auslegen der dazugehörigen Übersetzungsstufen betätigt wird.

71. Getriebe insbesondere nach wenigstens einem der Ansprüche 67 bis 70, dadurch gekennzeichnet, daß nur eine Übersetzungsstufe jeweils einer Getriebeeingangswelle gleichzeitig einlegbar ist.

72. Getriebe insbesondere nach einem der Ansprüche 68 bis 71, dadurch gekennzeichnet, dass zum Synchronisieren der zumindest ersten Getriebeeingangswelle auf die Getriebeausgangswelle während eines Übersetzungsstufenwechsels die Synchronisationseinrichtung am letzten Radsatz mittels eines Hauptbetätigungselements betätigt wird und in derselben Drehbewegung einer zum Endbetätigungsmechanismus gehörigen Schaltwelle der eingelegte Gang mittels eines Nebenbetätigungselements ausgelegt wird.

73. Getriebe insbesondere nach einem der Ansprüche 68 bis 72, dadurch gekennzeichnet, dass die Endausgangsmechanismen Verbindungselemente, wie Schaltgabeln umfassen, die einen ersten Funktionsbereich für den Eingriff eines Hauptbetätigungselementes und einen zweiten Funktionsbereich für den Eingriff eines Nebenbetätigungselements aufweisen.

74. Getriebe insbesondere nach Anspruch 73, bei dem das zumindest eine Nebenbetätigungselement auf einer bei Betätigung um ihre Längsachse verdrehbaren Schaltwelle angeordnet ist, und bei dem der zweite Funktionsbereich so ausgebildet ist, daß bei einer Drehung der Schaltwelle eine Kraft von einem Nebenbetätigungselement auf den zweiten Funktionsbereich in Ausrückrichtung der zugehörigen Übersetzungsstufe übertragbar ist, die gleich oder größer der zum Ausrücken dieser erforderlichen Kraft ist.

75. Getriebe insbesondere nach einem der Ansprüche

68 bis 74, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Nebenbetätigungselement mit zumindest zwei zweiten Funktionsbereichen wirksam verbindbar ist.

76. Getriebe insbesondere nach Anspruch 75, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Nebenbetätigungselement eine besonders große Breite in Schaltwellenachsrichtung aufweist.

77. Getriebe insbesondere nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Nebenbetätigungselement und die zweiten Funktionsbereiche derart zusammenwirken, daß ein Auslegen einer Übersetzungsstufe bei einer Drehung der Schaltwelle unabhängig von der Drehrichtung dieser erfolgt.

78. Getriebe nach Anspruch 77, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Nebenbetätigungselement und die zweiten Funktionsbereiche symmetrisch ausgebildet sind.

79. Getriebe nach Anspruch 77, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Nebenbetätigungselement zweinockenartige Endbereiche und die zweiten Funktionsbereiche damit korrespondierende Ausnehmungen aufweist.

80. Getriebe nach Anspruch 77, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Funktionsbereiche zweinockenartige Endbereiche und das wenigstens eine Nebenbetätigungselement damit korrespondierende Ausnehmungen aufweist.

81. Getriebe nach wenigstens einem der Ansprüche 77 bis 80, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftübertragung zwischen Nebenbetätigungselement und zweitem Funktionsbereich über die Spitze der nockenartigen Endbereiche erfolgt.

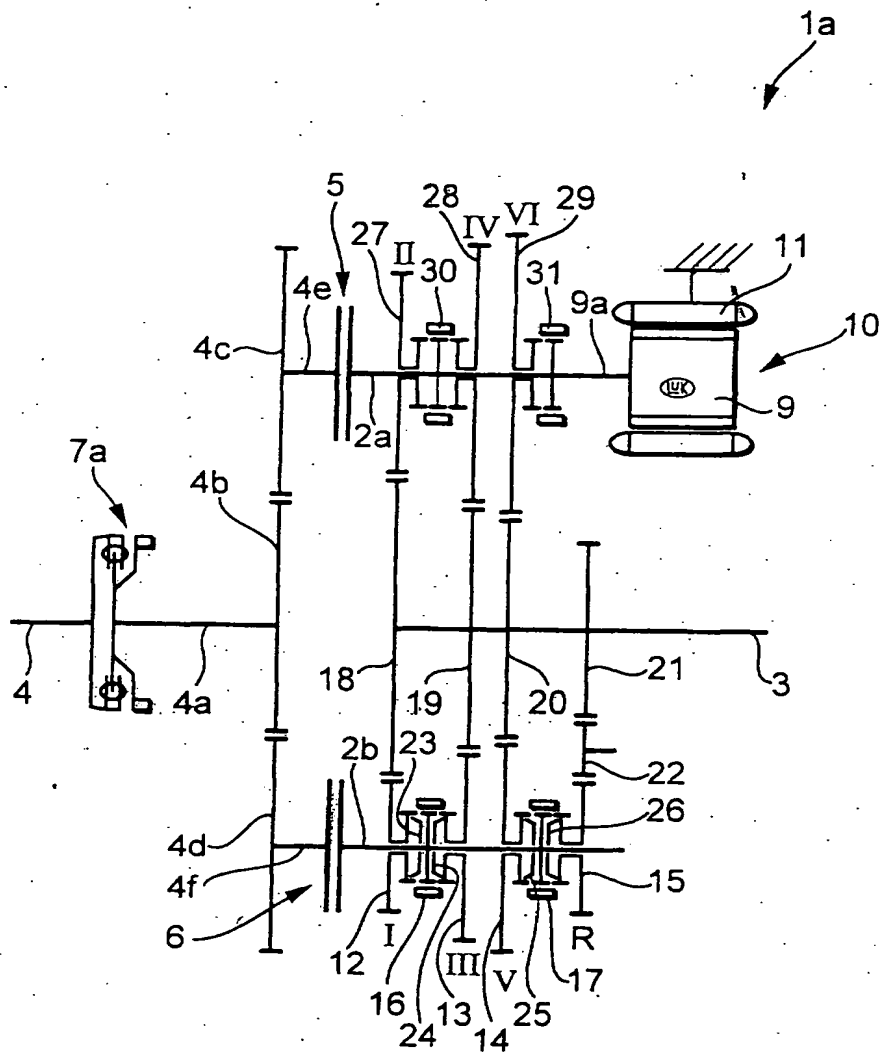
82. Getriebe nach wenigstens einem der Ansprüche 77 bis 80, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftübertragung zwischen Nebenbetätigungselement und zweitem Funktionsbereich über die Seitenflächen der nockenartigen Endbereiche erfolgt.

83. Erfindung nach einem in den Anmeldeunterlagen offenbarten Merkmal.

---

Hierzu 31 Seite(n) Zeichnungen

---



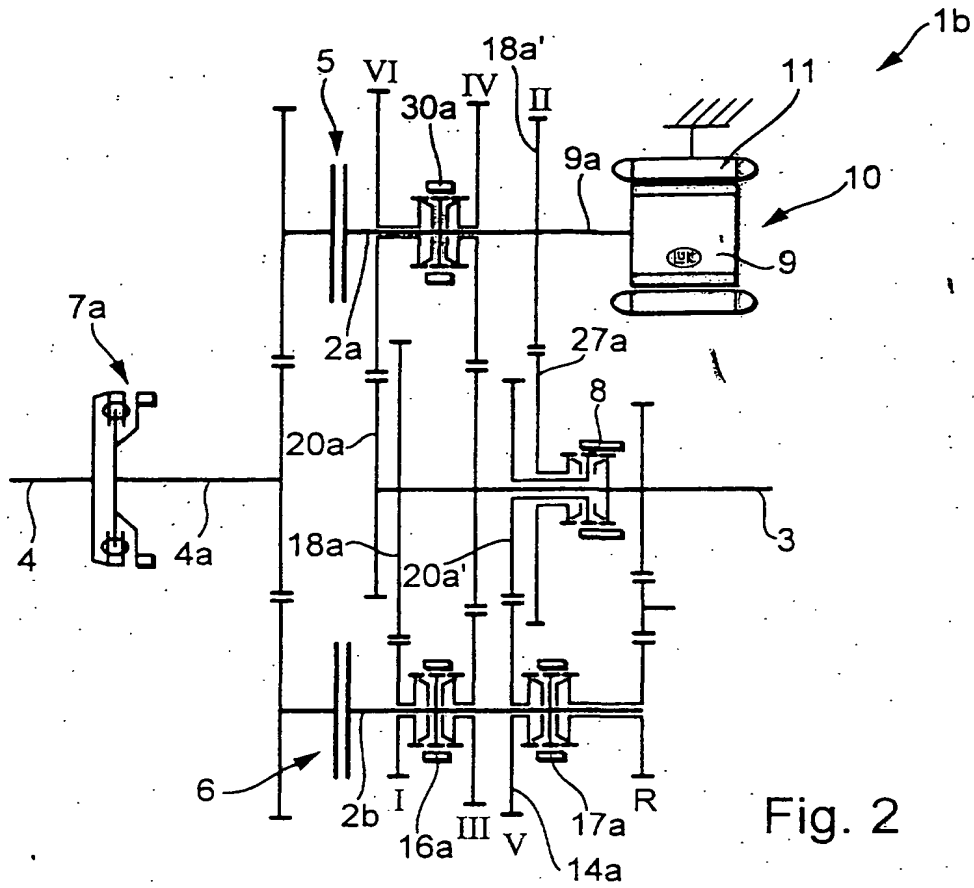


Fig. 2

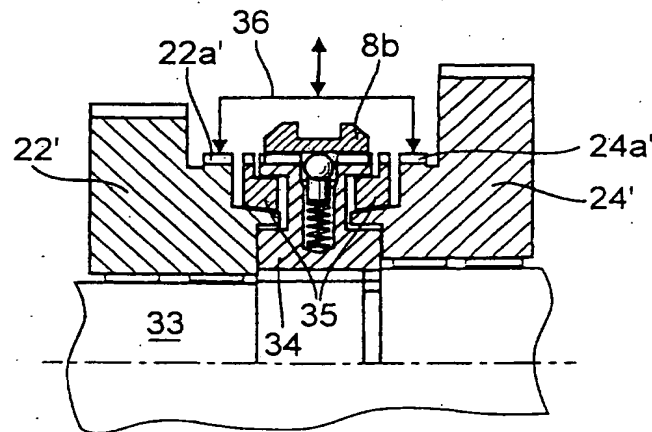


Fig. 2c

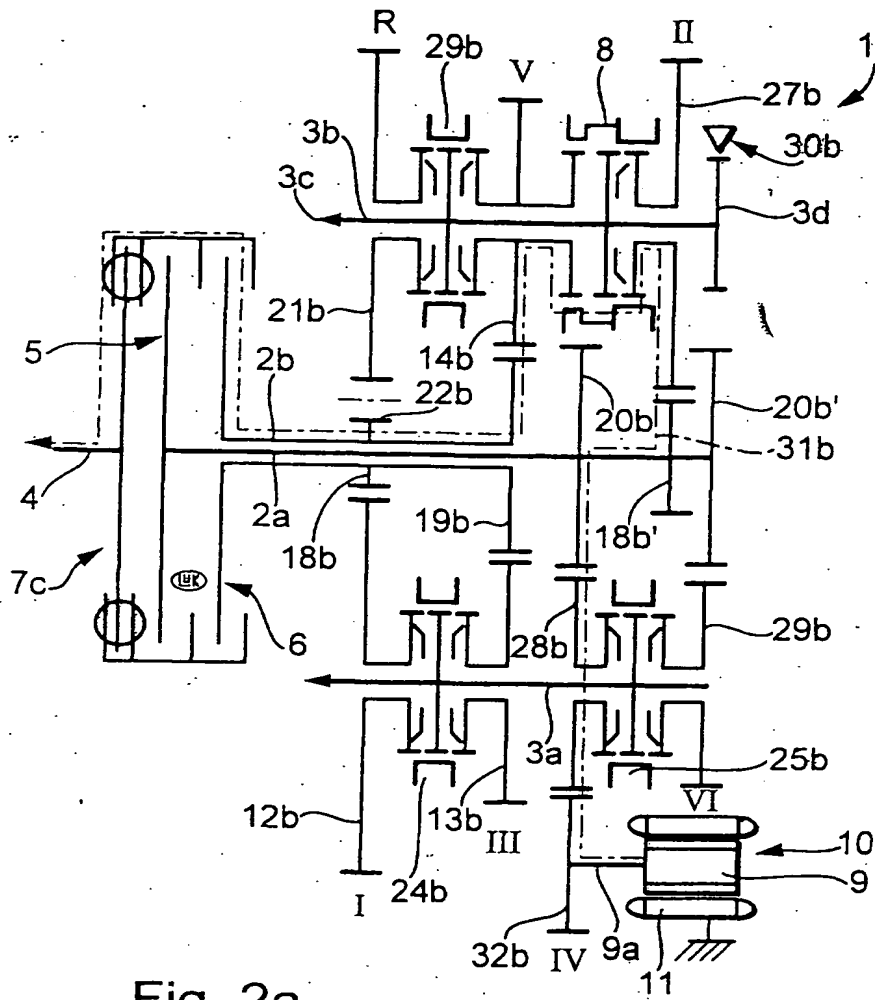


Fig. 2a

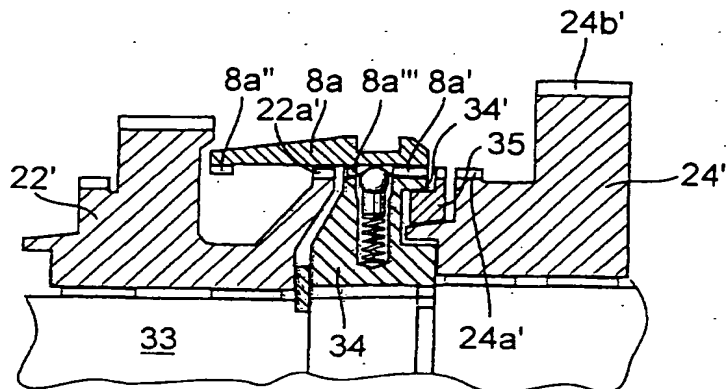


Fig. 2b

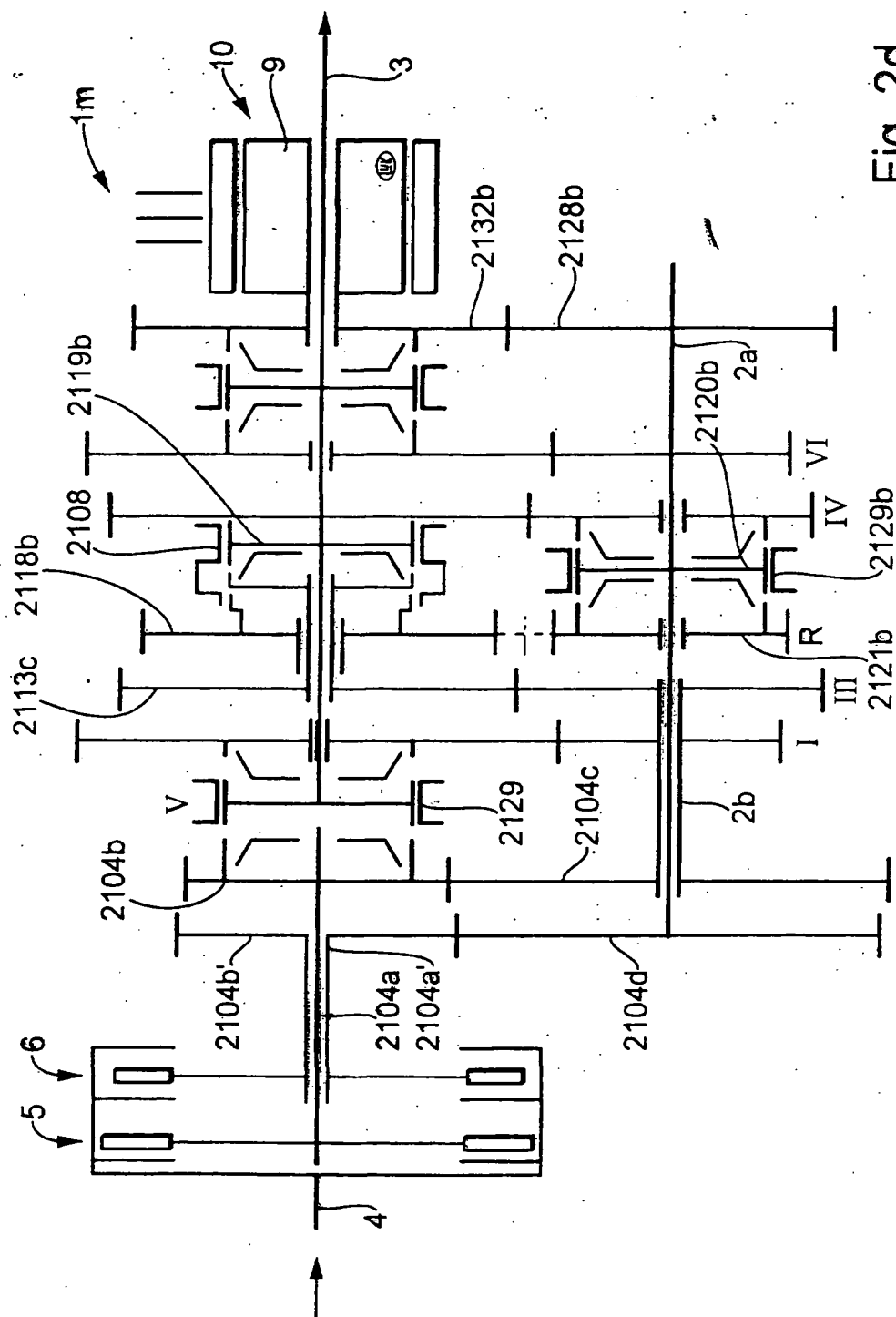


Fig. 2d

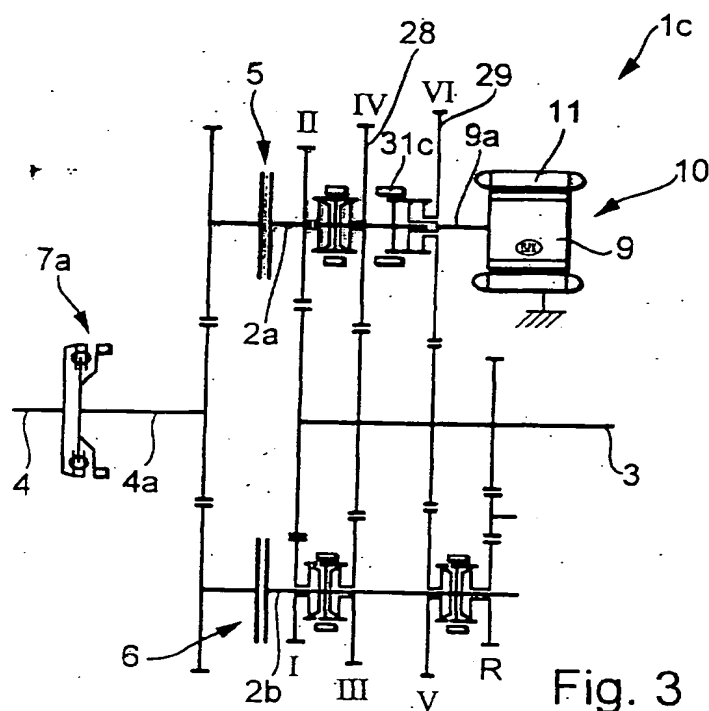


Fig. 3

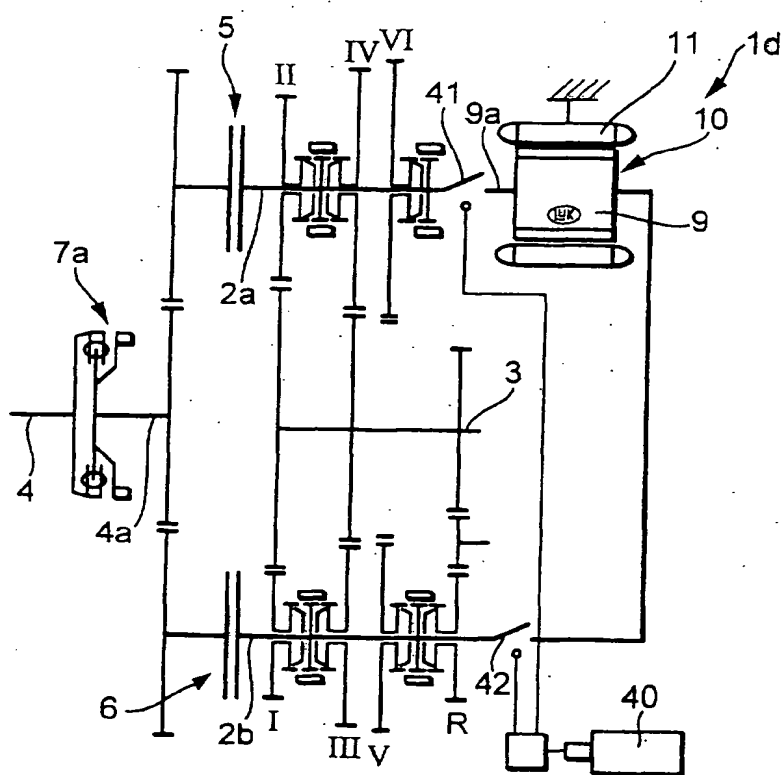


Fig. 4



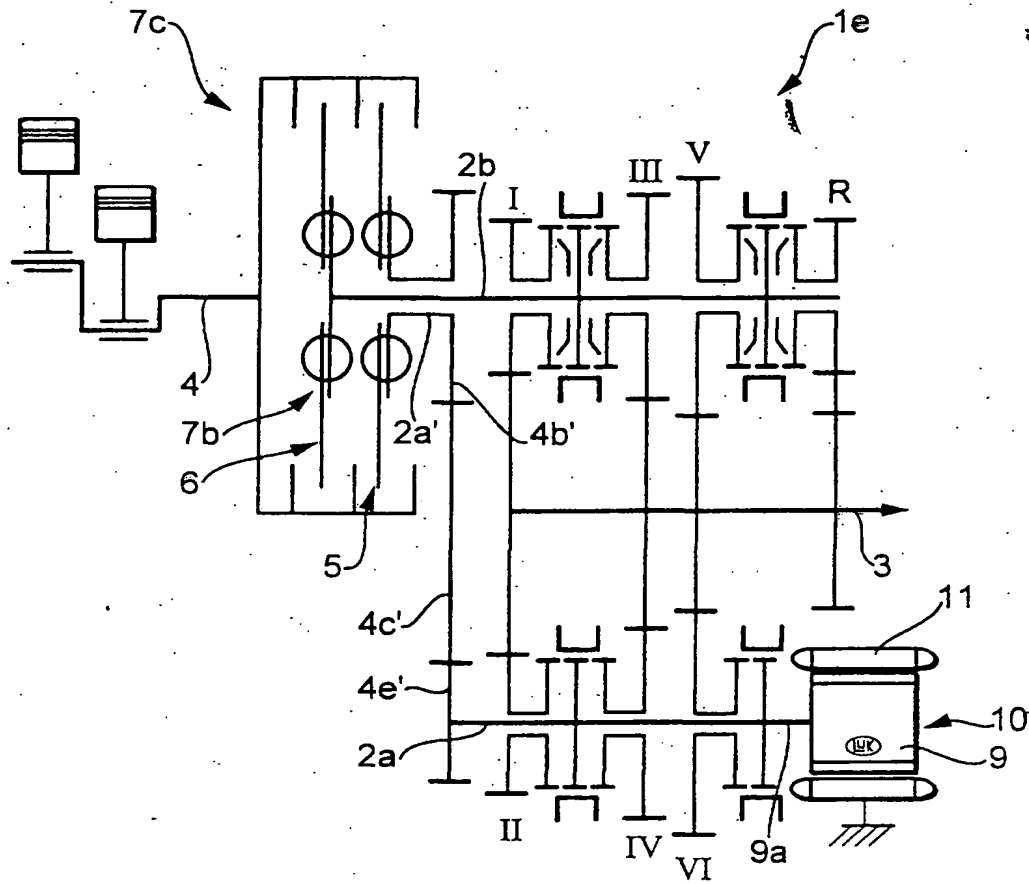
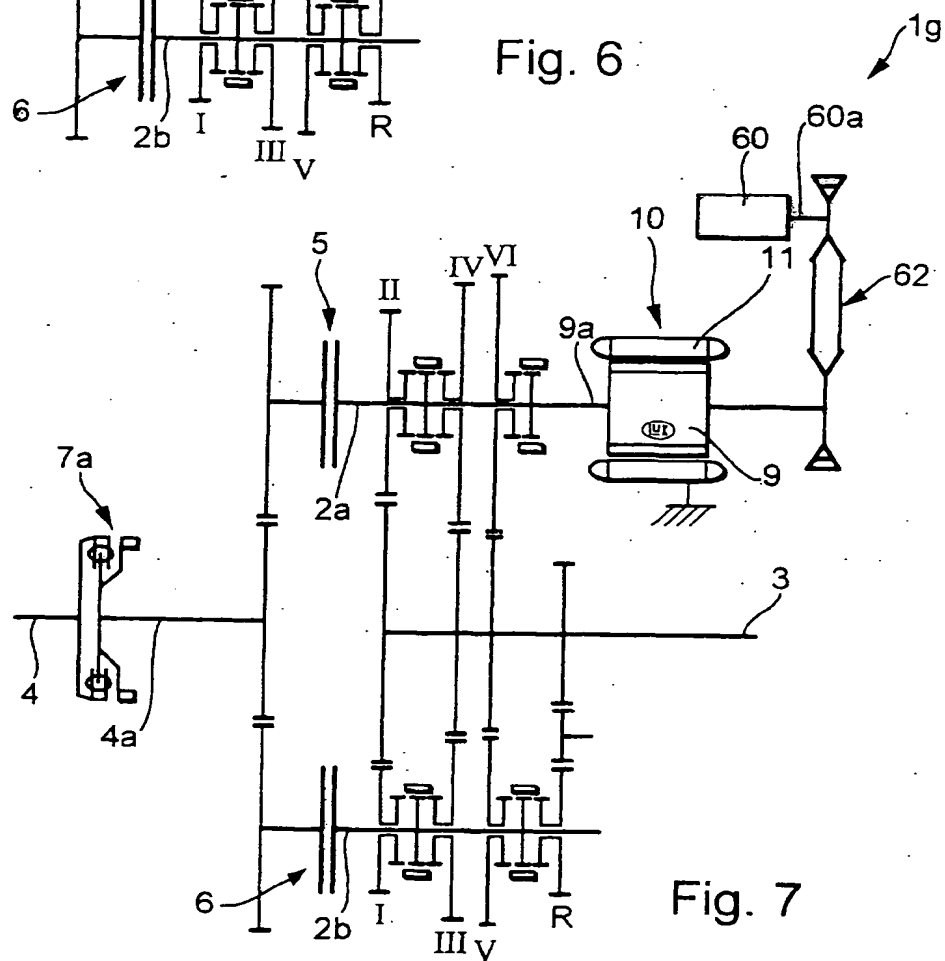
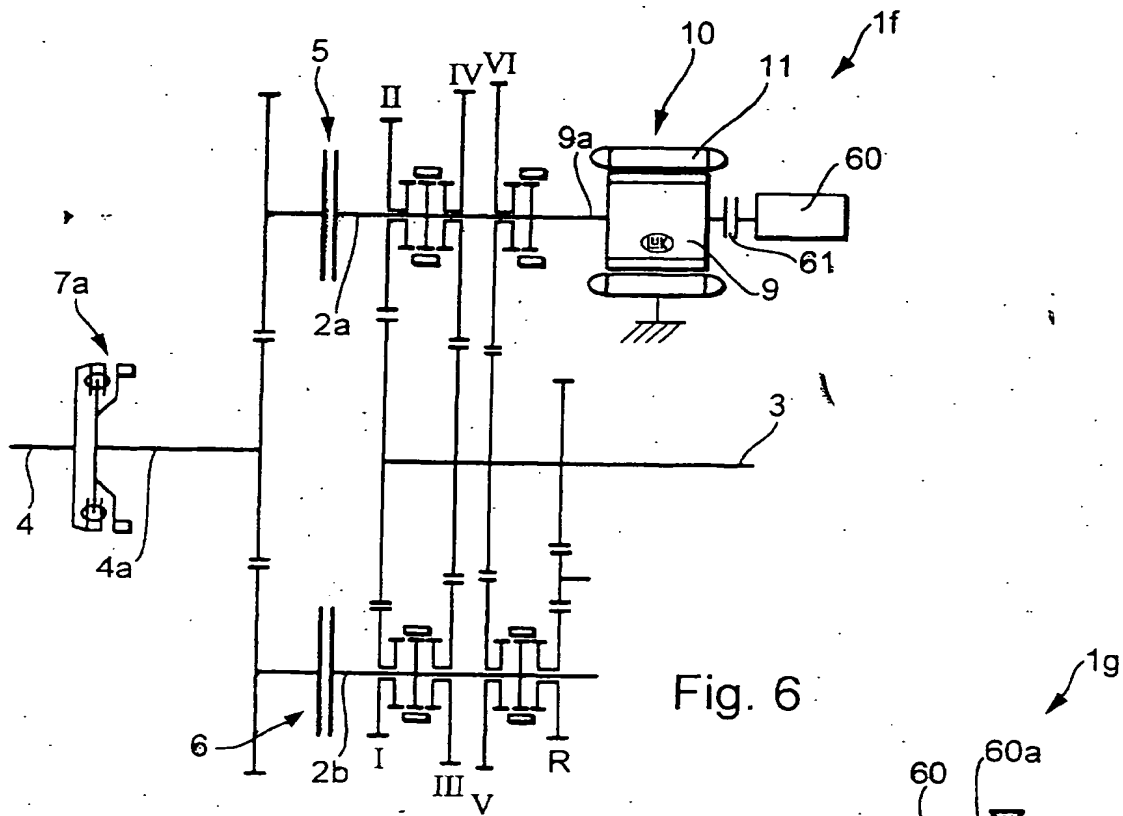


Fig. 5



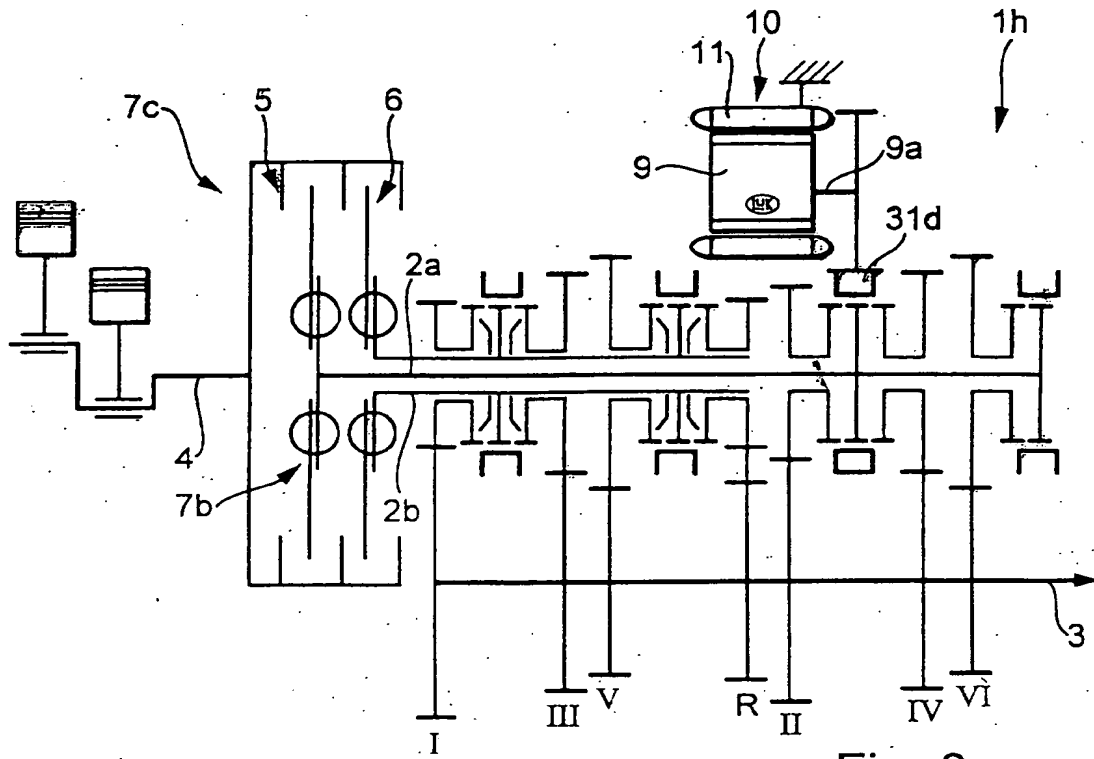


Fig. 8

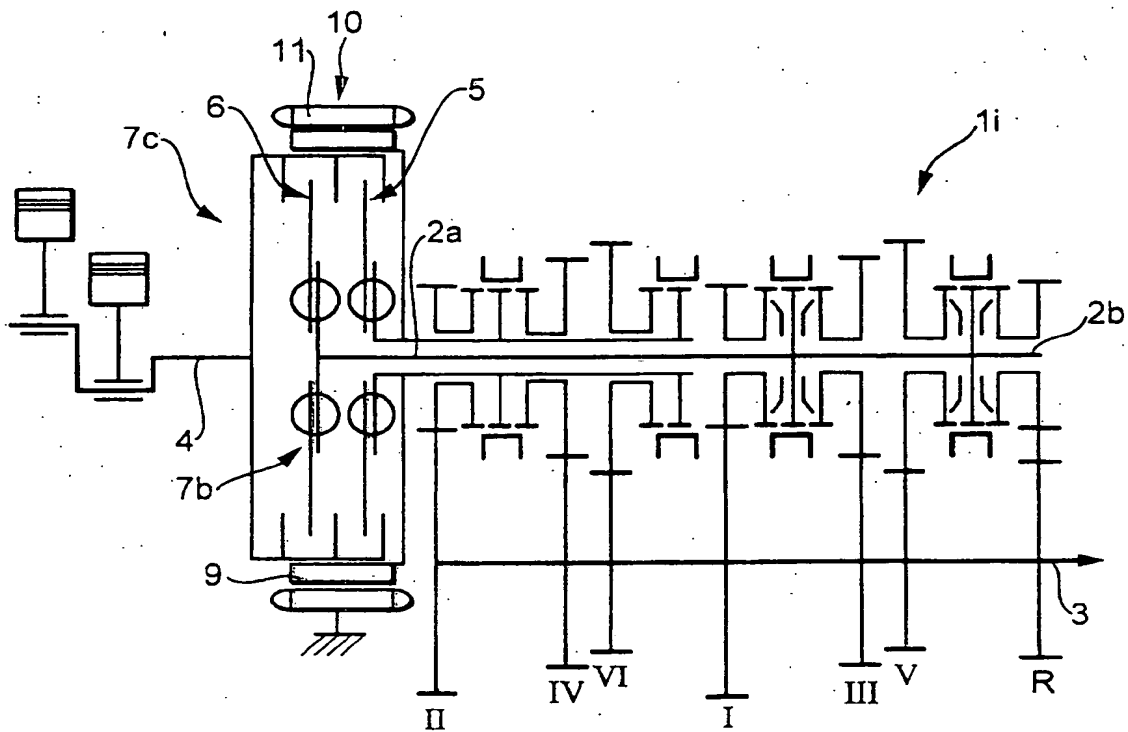


Fig. 9

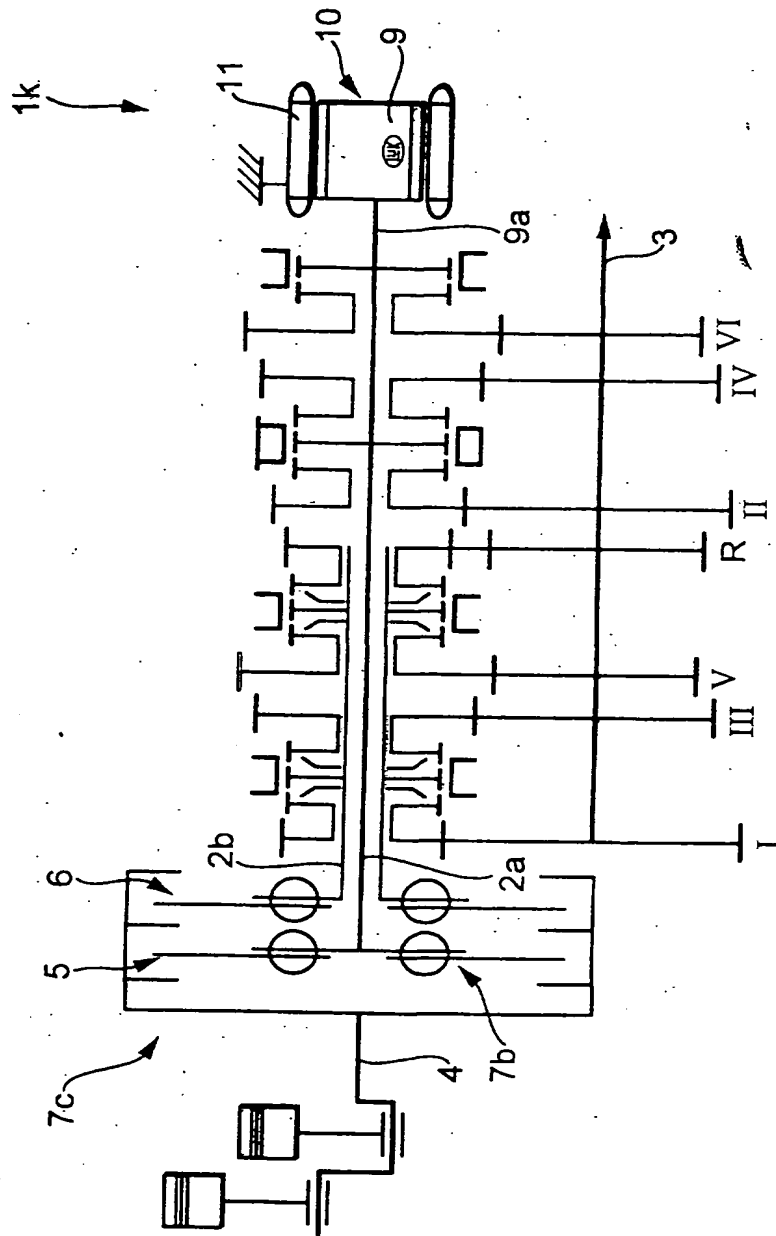


Fig. 10

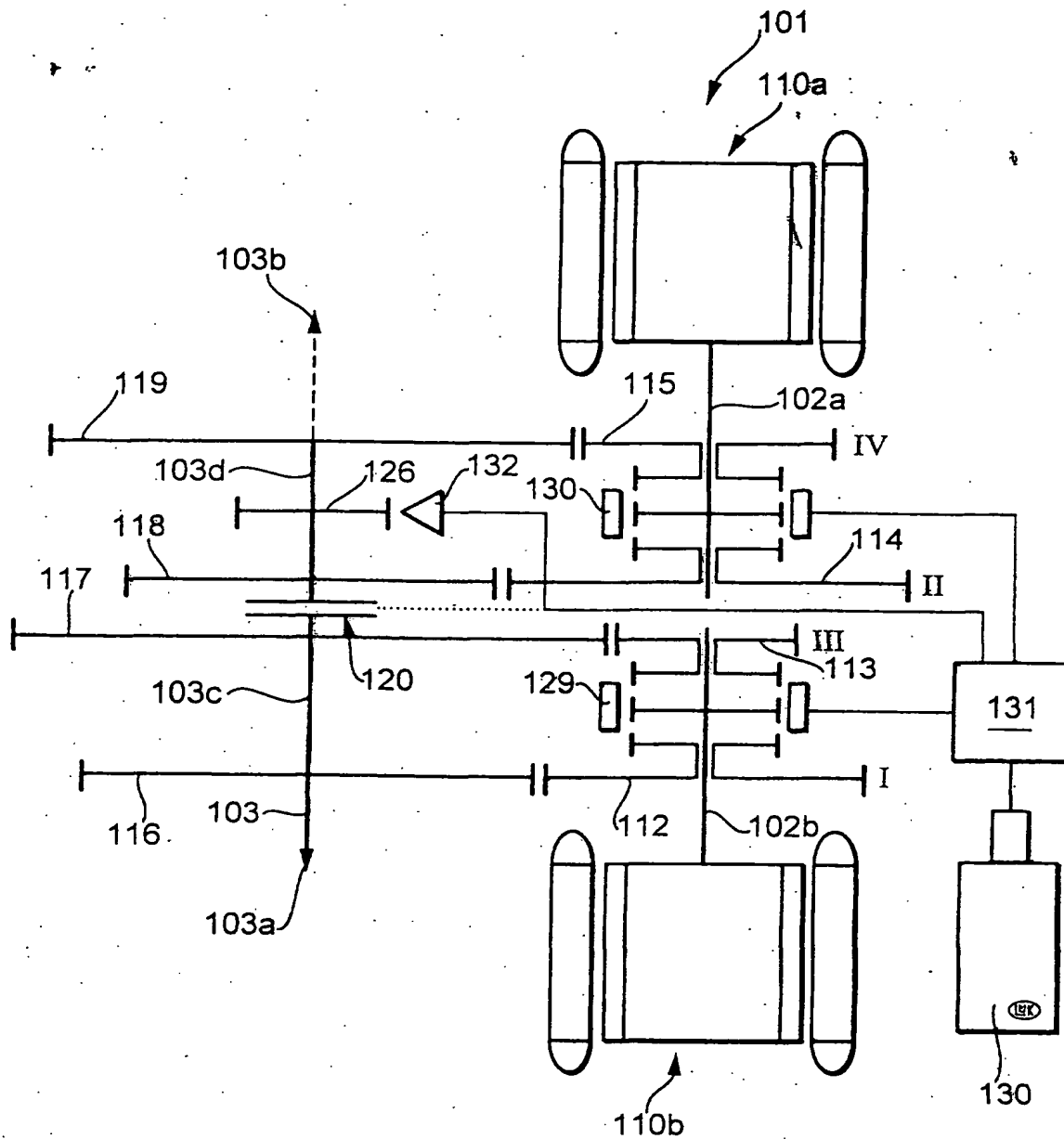


Fig. 11

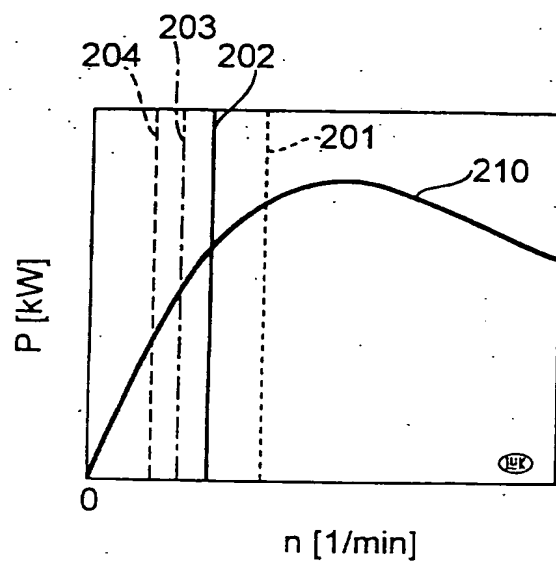


Fig. 12

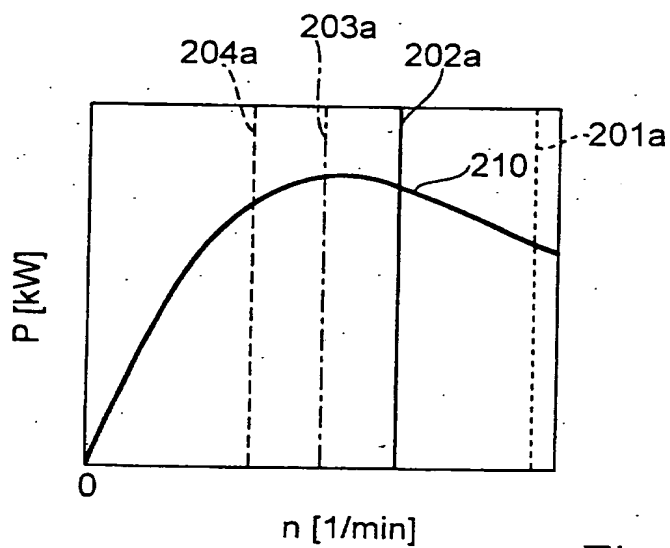


Fig. 13



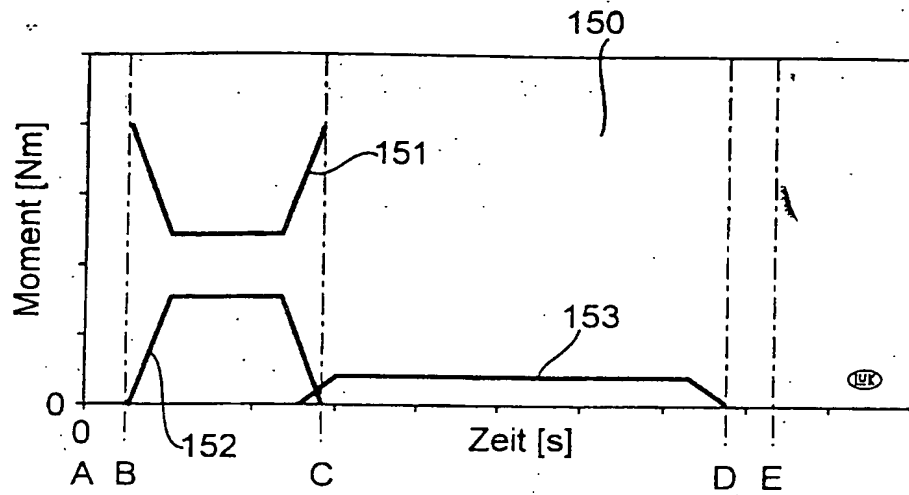


Fig. 14

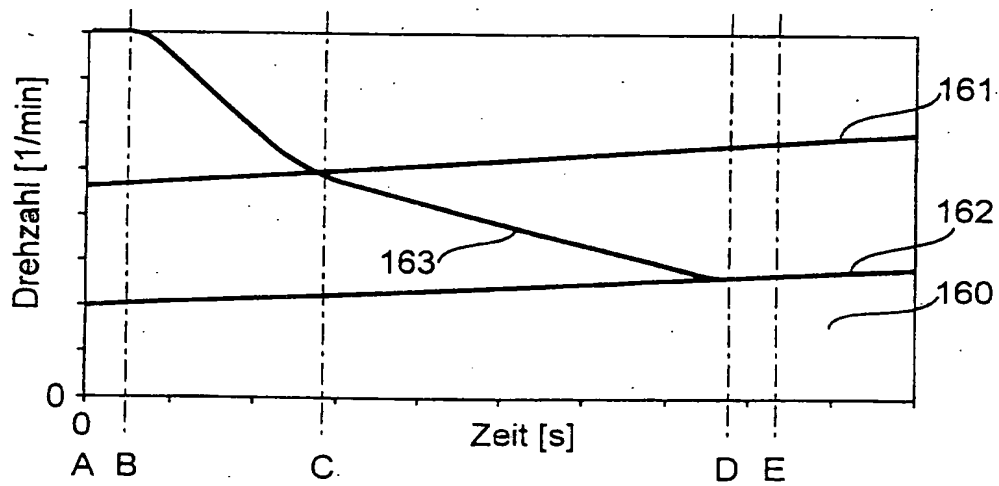


Fig. 15

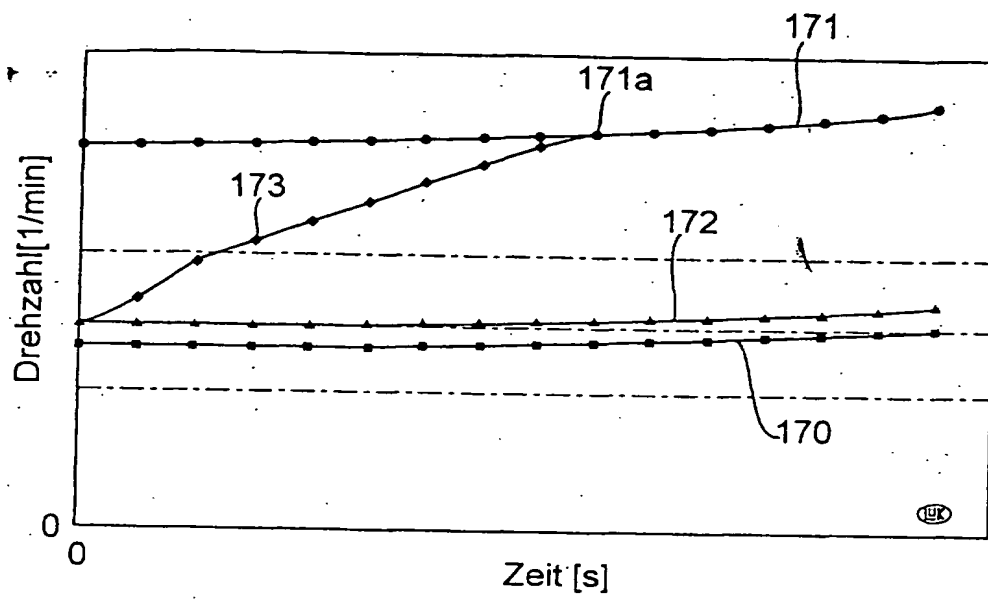


Fig. 16

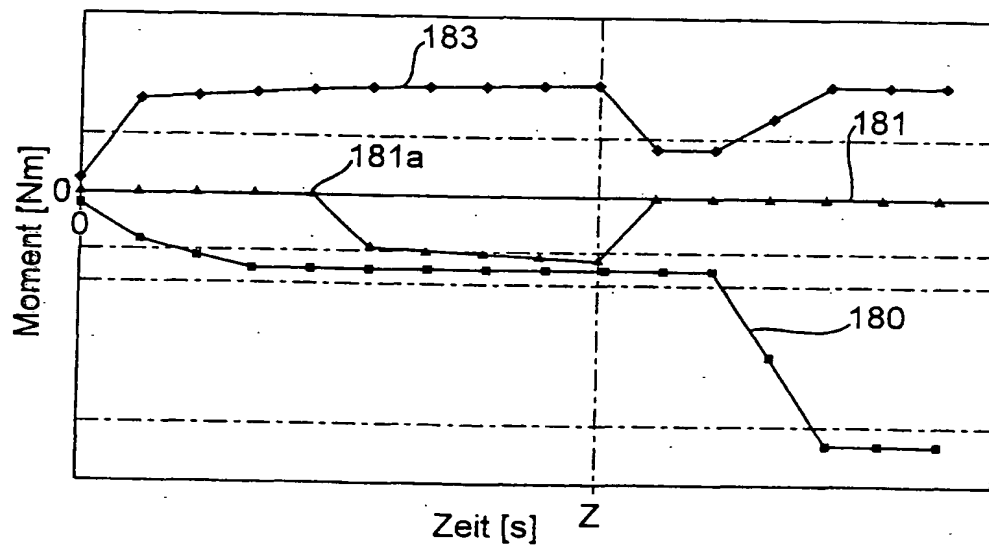


Fig. 17

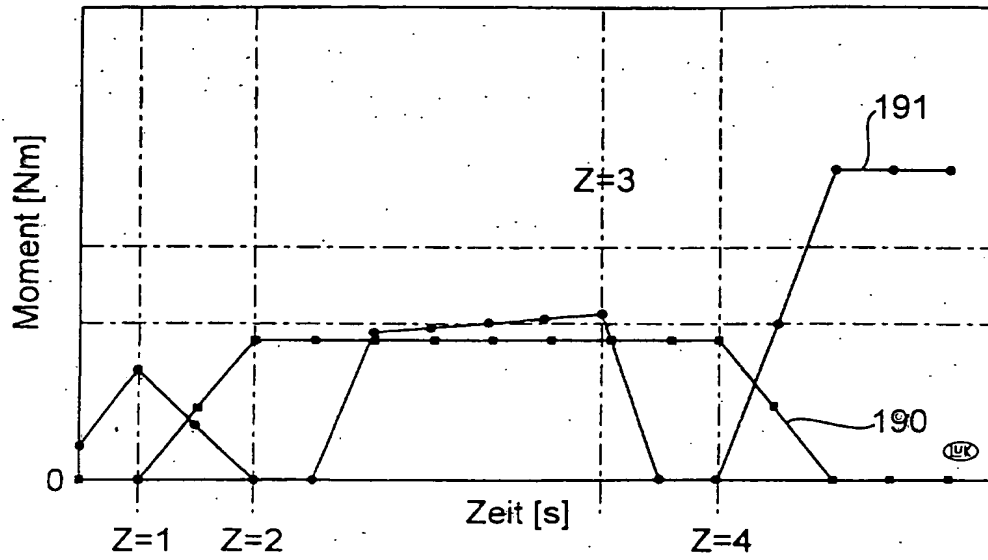


Fig. 18

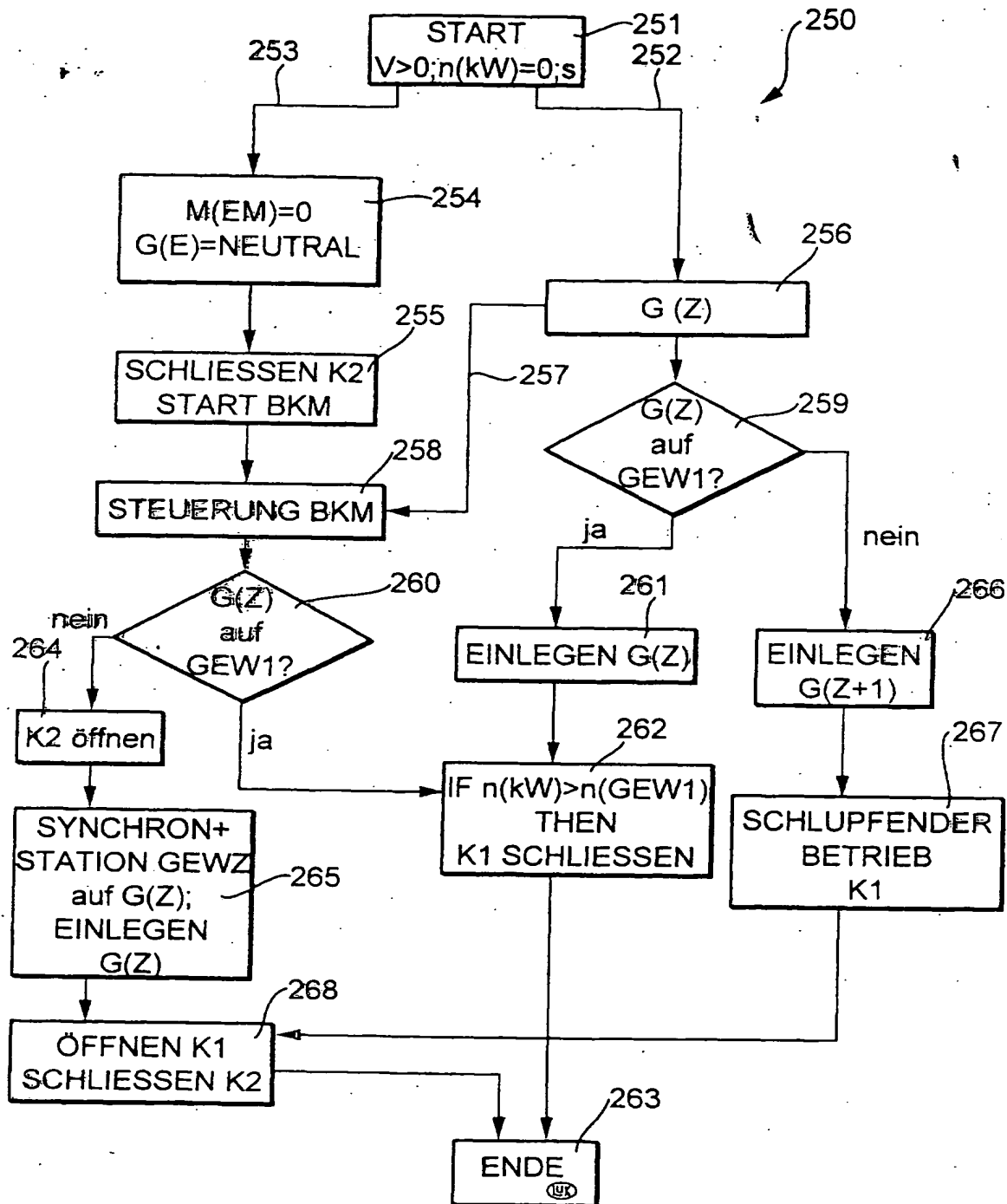


Fig. 19

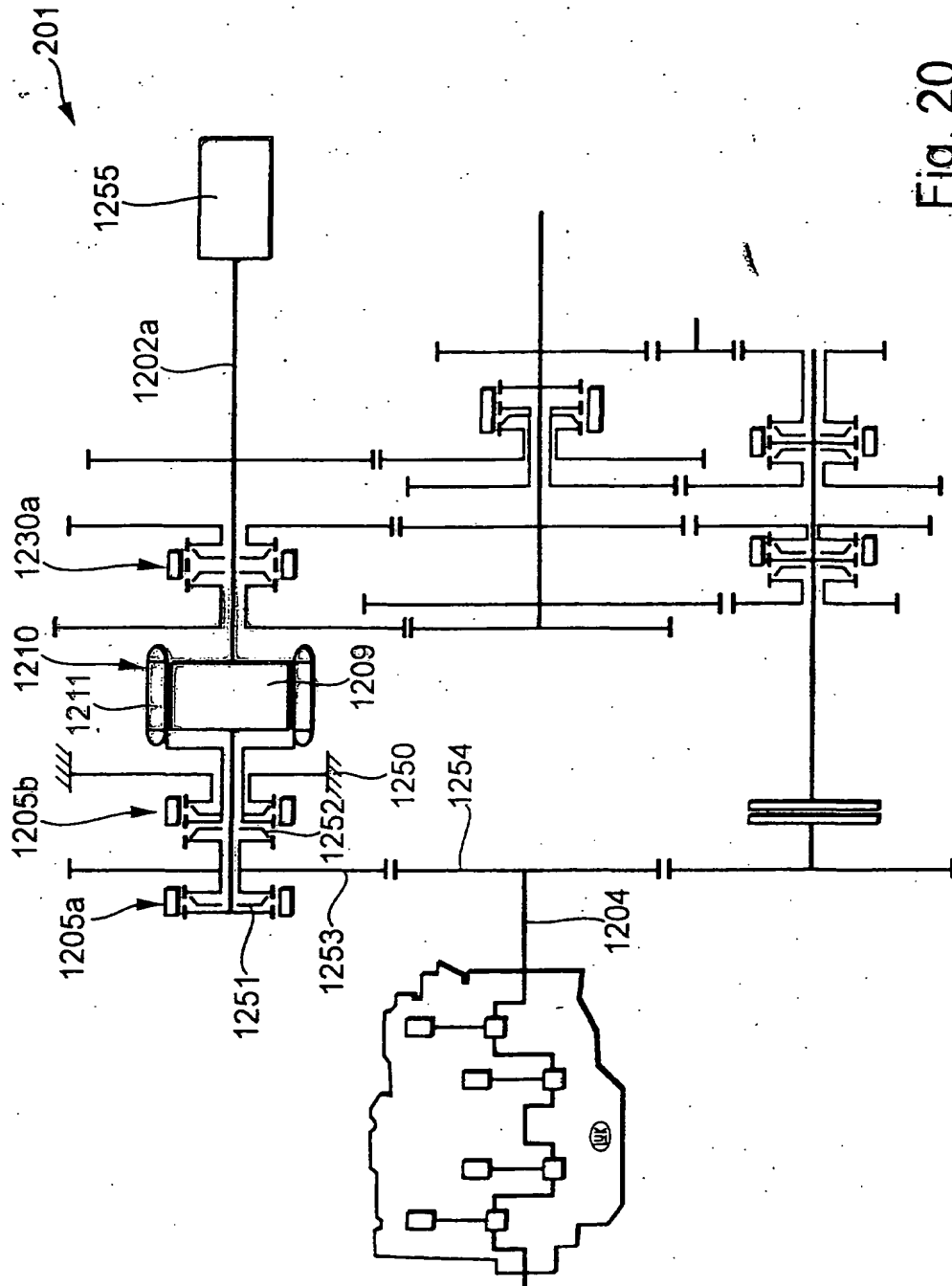


Fig. 20

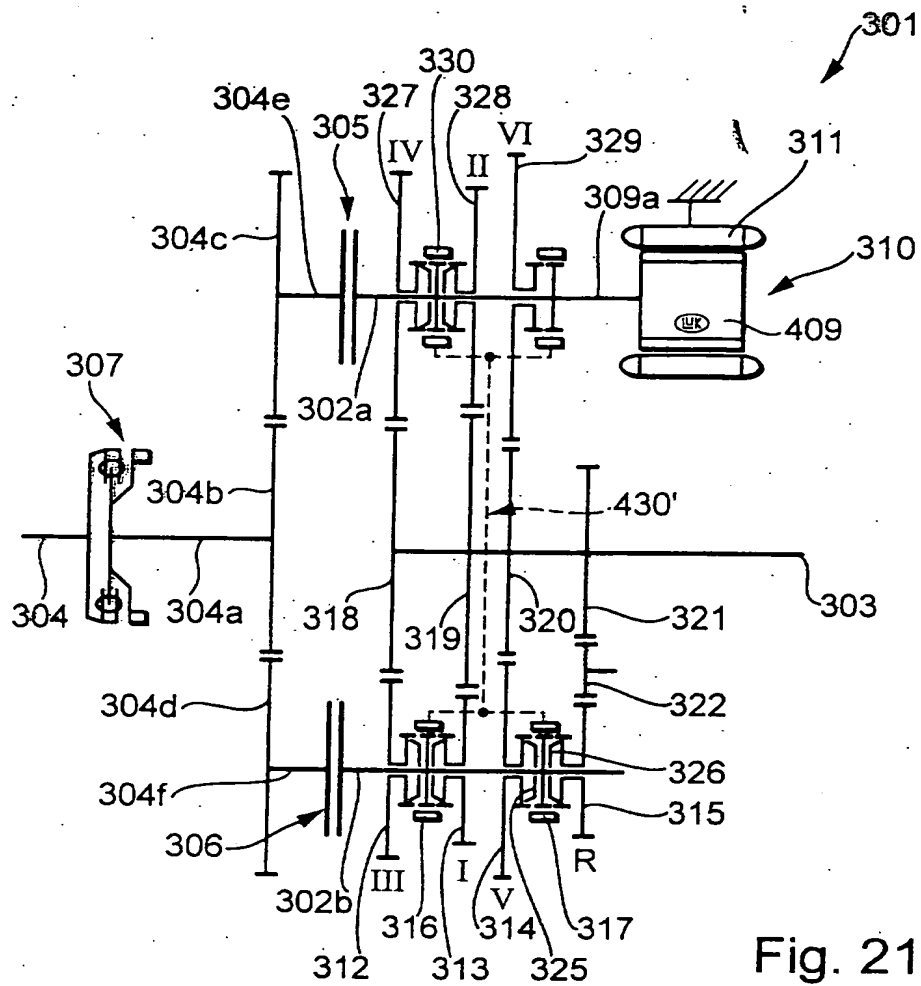


Fig. 21



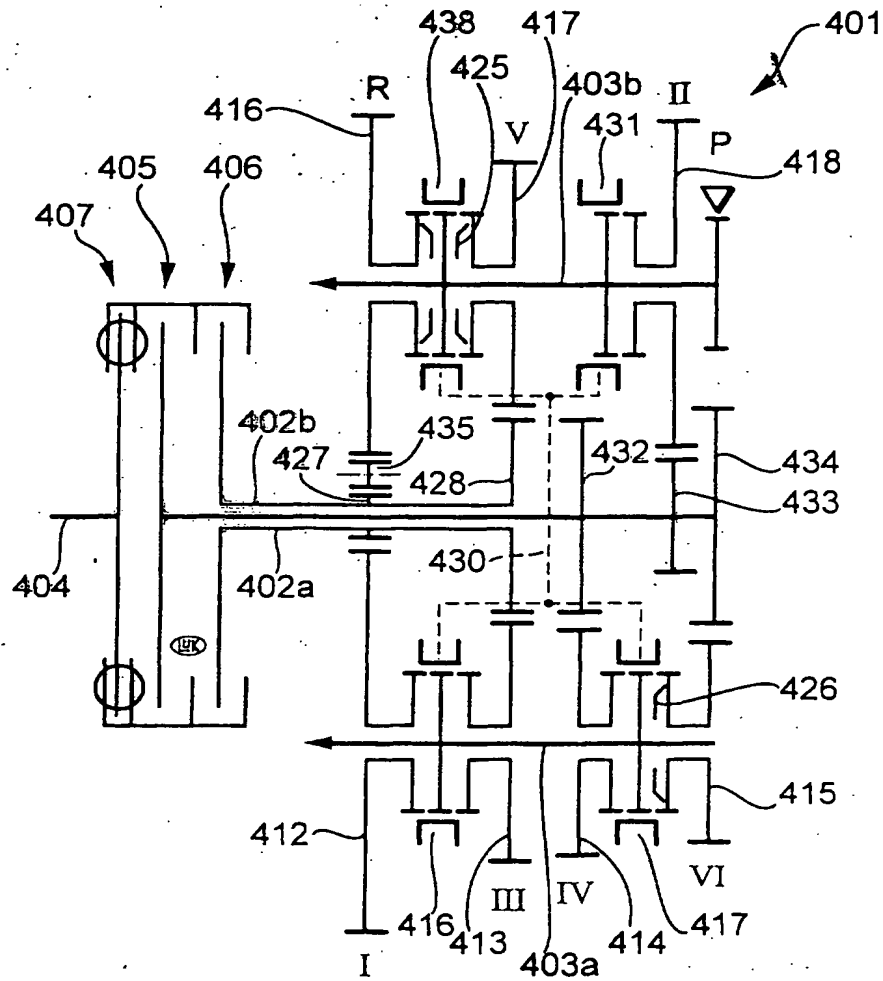


Fig. 22

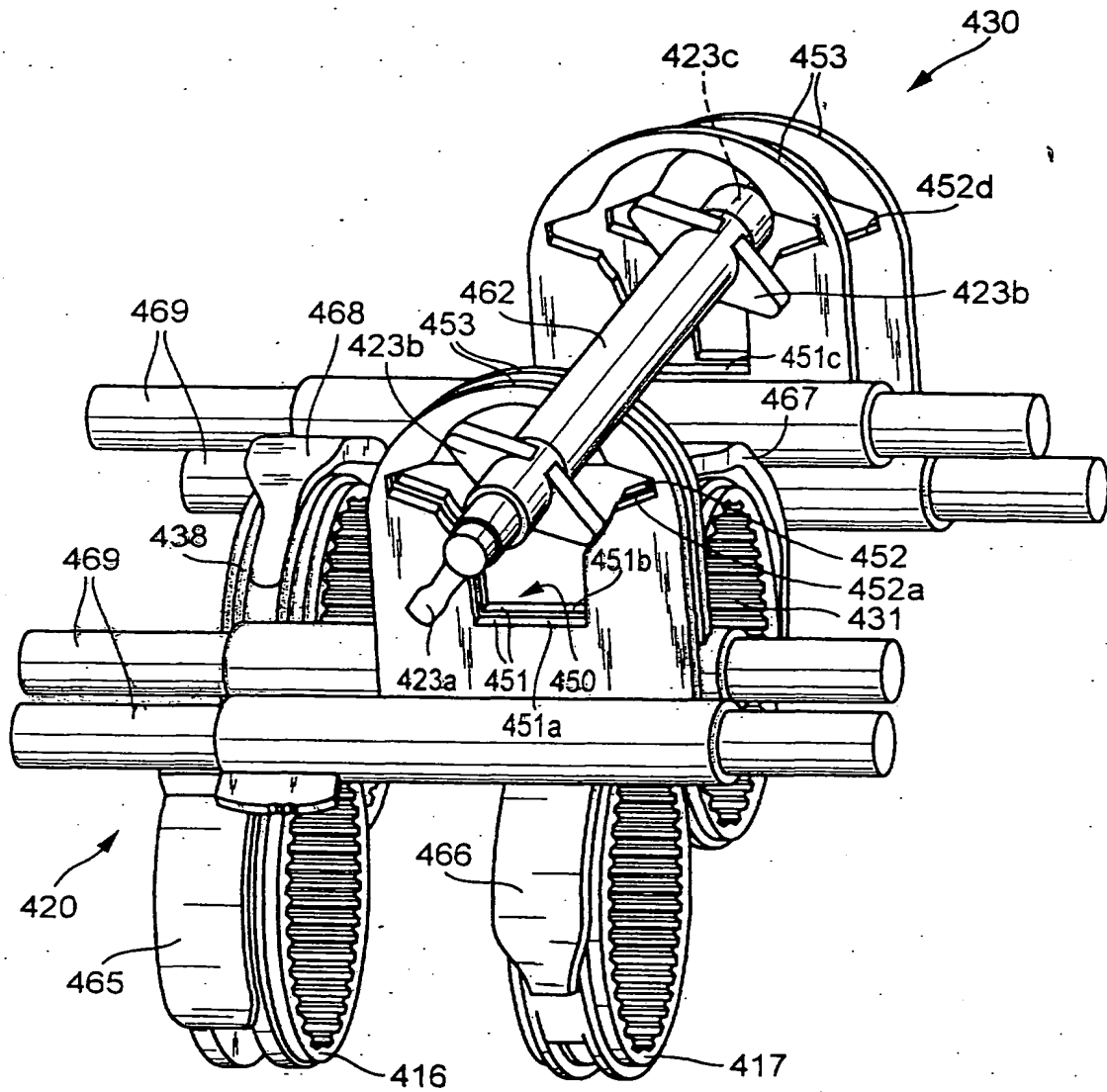


Fig. 23

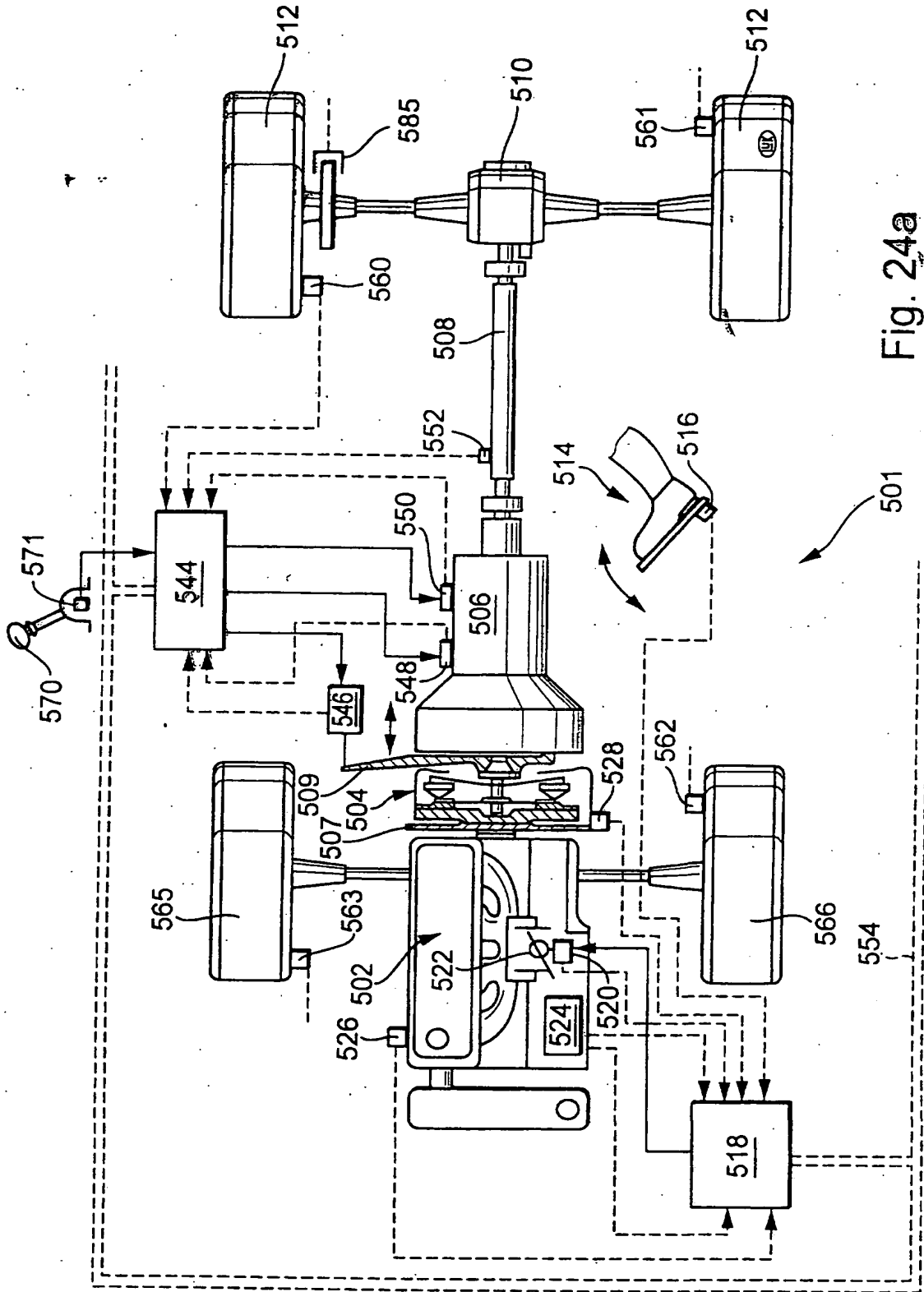


Fig. 24a

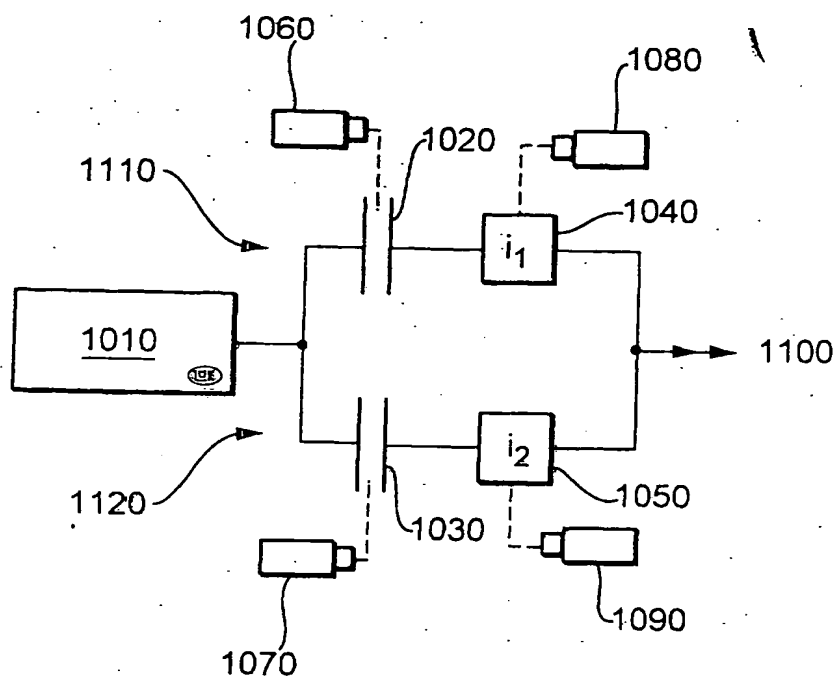


Fig. 24b

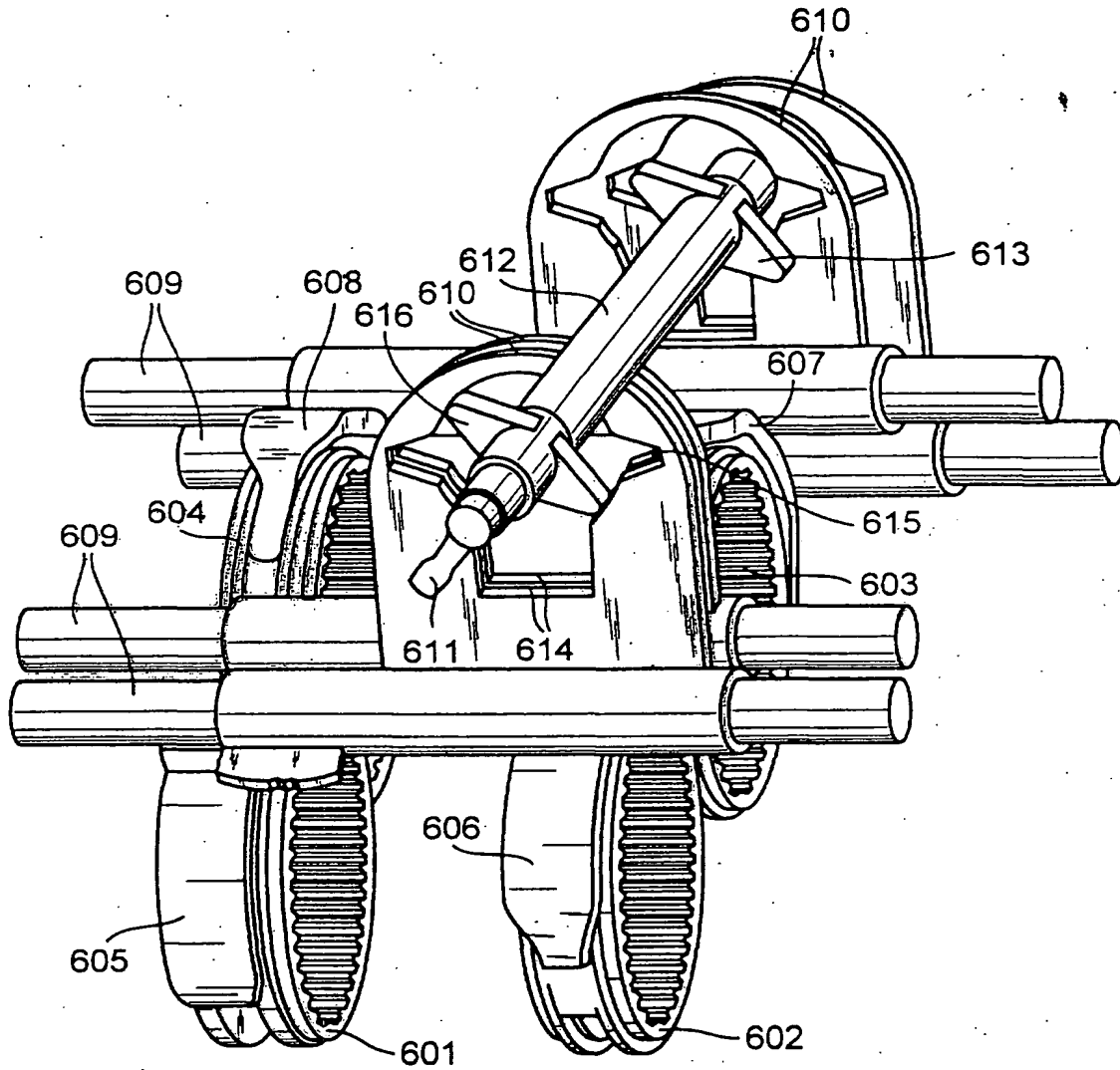


Fig. 25

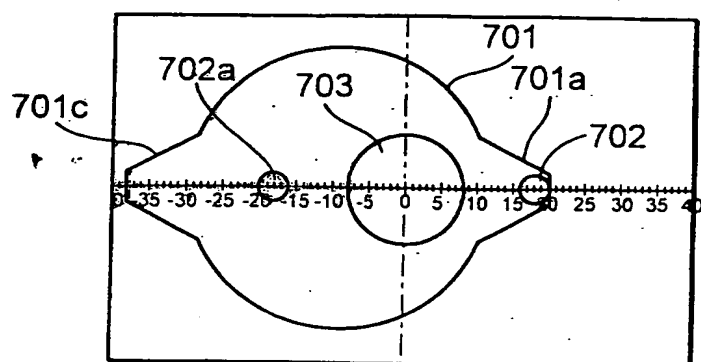


Fig. 26a

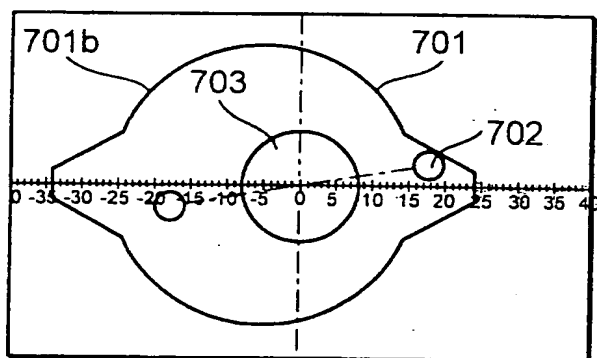


Fig. 26b

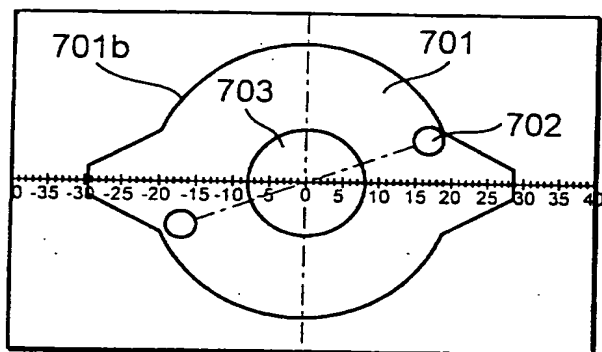


Fig. 26c

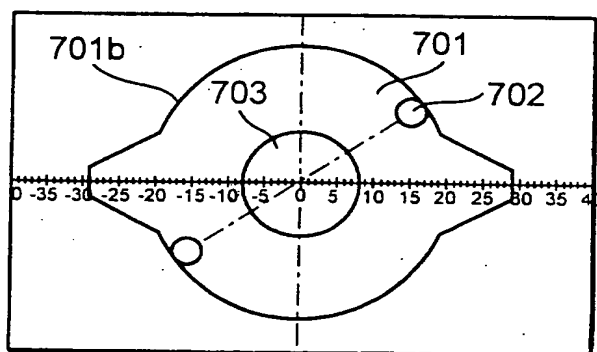


Fig. 26d

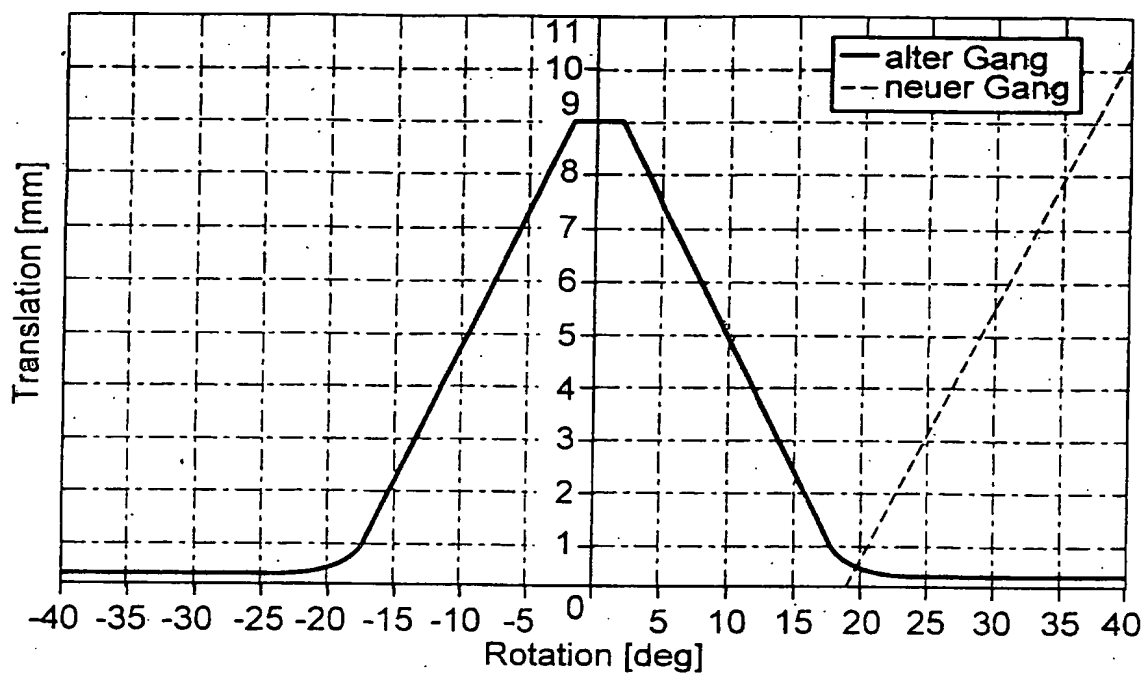


Fig. 27



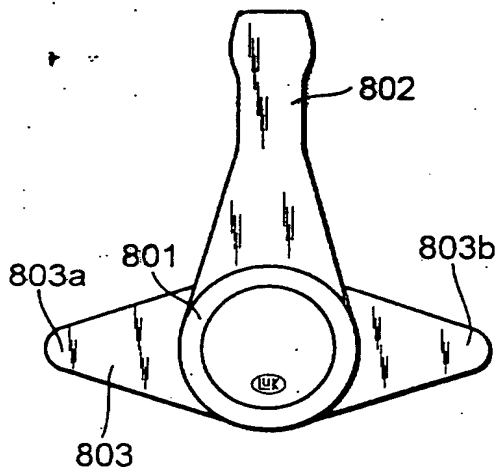


Fig. 28a

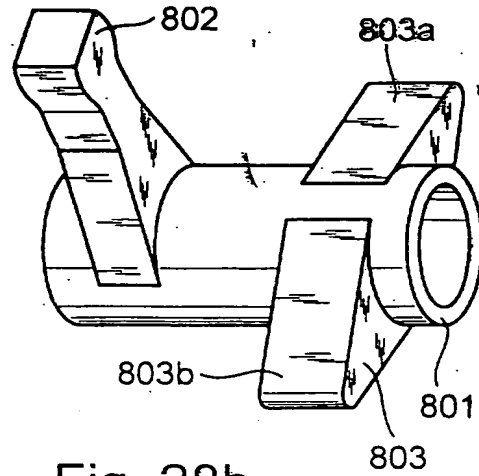


Fig. 28b

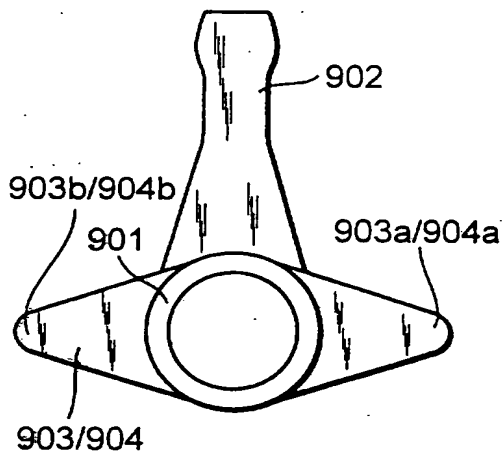


Fig. 29a

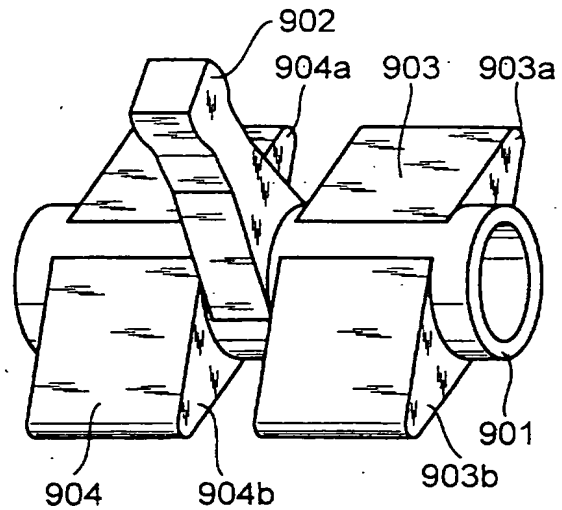


Fig. 29b

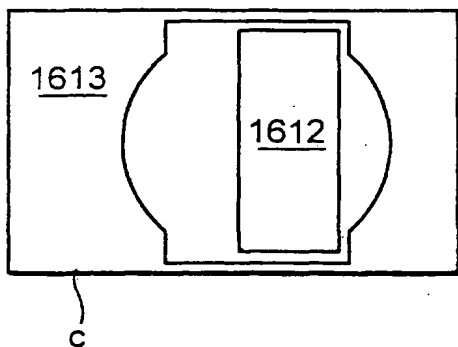
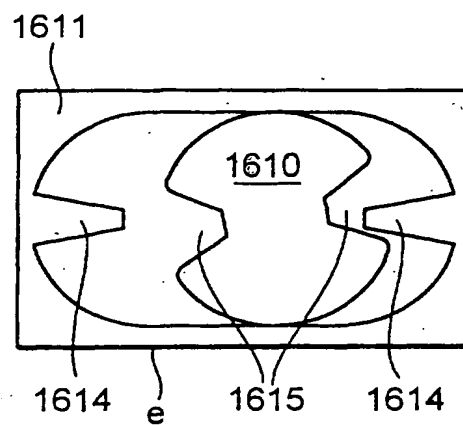
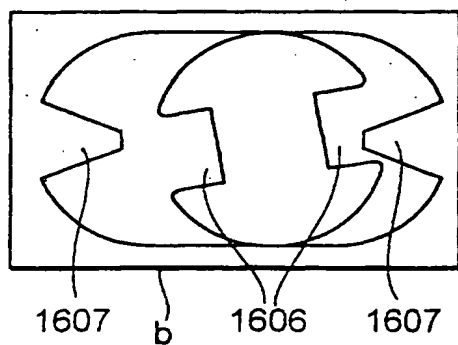
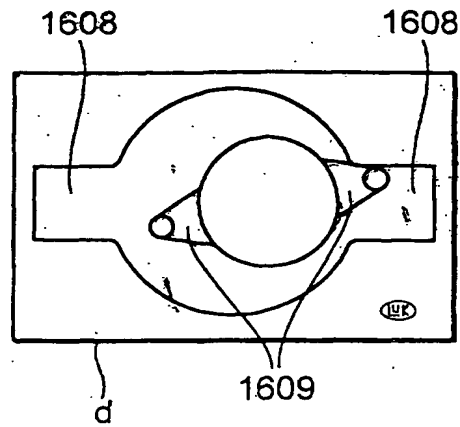
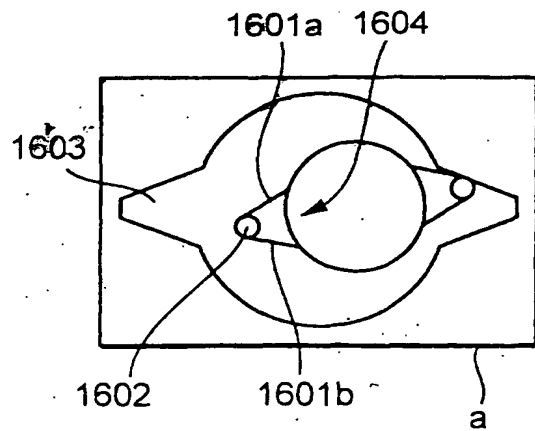


Fig. 30

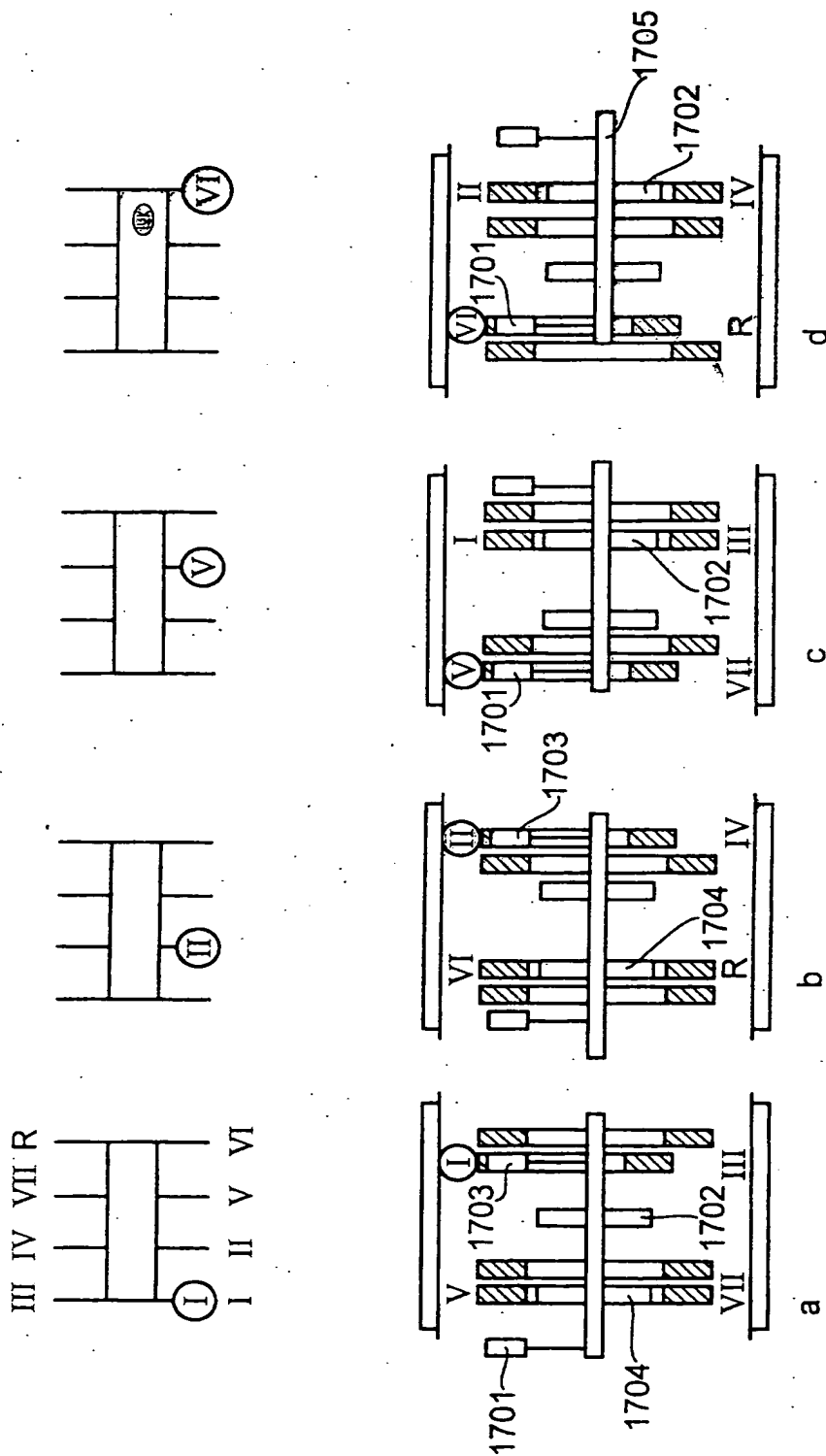


Fig. 31

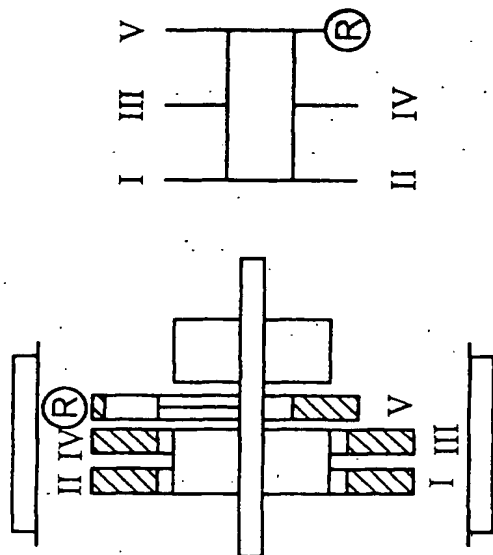


Fig. 32b

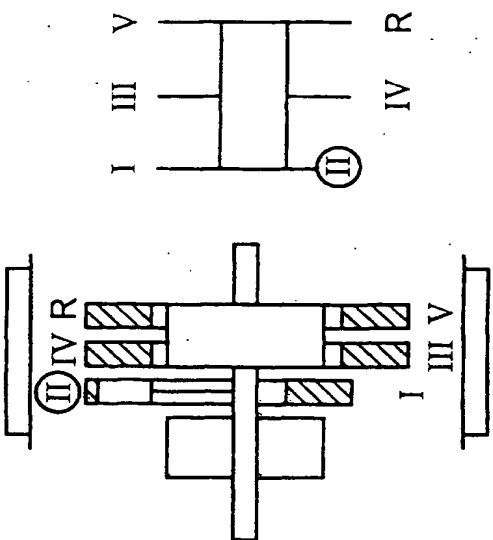


Fig. 32a

